FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

Bound at
A.M.N.H.
1932

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

TOME VINGT-CINQUIÈME

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1889

2.-85589 dup 3

L'HOMME TERTIAIRE

La question de l'homme tertiaire a déjà été traitée à cette place avec une grande compétence (1). Il s'est produit depuis des faits nouveaux qui ont entraîné beaucoup de défections parmi ses partisans. Néanmoins quelques savants éminents persistent à affirmer leur croyance à l'existence de représentants de notre espèce pendant les temps prodigieusement reculés qui ont précédé l'époque quaternaire. Il ne me paraît donc pas sans intérêt de reprendre l'examen de cette question si importante pour l'histoire naturelle de l'homme. Beaucoup des faits qui s'y rapportent n'ont plus qu'un intérêt historique. La critique en a fait depuis longtemps justice. Je n'y reviendrai pas. Il en est d'autres au contraire que l'on invoque comme des preuves péremptoires. Nous allons les passer en revue.

I

La preuve décisive de l'existence de l'homme tertiaire serait la découverte de ses propres ossements dans des circonstances de gisement et d'authenticité incontestables. Cette preuve est-elle faite ?

(1) Voir t. V, 1879, pp. 34 et 361.

Commençons par la trouvaille de Castenedolo, qu'on a citée souvent comme concluante.

La petite colline de Castenedolo s'élève à 25 mètres environ au-dessus de la plaine environnante, à 10 kilomètres au S.-E. de Brescia. Elle est formée d'une succession de couches argileuses et sableuses, appartenant au terrain pliocène marin, surmontées par le terrain erratique et le diluvium quaternaire. Les couches sont horizontales, et la colline s'incline en pente douce vers la plaine. Le pliocène affleure au pied du coteau. C'est sur ce point que M. Ragazzoni trouva en 1860, à environ deux mètres de profondeur, les premiers ossements humains dans une couche pliocène corallienne. Des découvertes ultérieures, en décembre 1879 et en février 1880, ont porté à quatre le nombre des individus extraits de ce gisement. Les dernières trouvailles proviennent non pas de la couche corallienne, mais d'une couche d'argile verte qui lui est immédiatement supérieure.

La présence de ces corps dans une formation marine soulève une première difficulté. L'homme tertiaire était-il donc navigateur ? M. Sergi, qui a fait l'historique complet de la découverte, explique les faits par l'hypothèse d'un naufrage à l'époque pliocène (1).

Mais il est bien peu admissible que l'homme tertiaire, pourvu des grossiers instruments que quelques-uns lui attribuent, ait pratiqué l'art de la navigation. De plus, dans l'hypothèse d'un naufrage, la mer aurait dispersé les débris des victimes, comme il arrive toujours en pareil cas. Or, non seulement ils sont restés groupés sur un petit espace, mais un des squelettes a été retrouvé complet. Voici une autre objection : les ossements ont été rencontrés dans deux couches différentes. Leur enfouissement correspondrait donc à deux phases géologiques distinctes. Le fait singulier d'un naufrage se serait

(1) Sergi, *L'uomo tertiario in Lombardia.* ARCHIVIO PER L'ANTROPOLOGIA E LA ETNOLOGIA. Firenze, 1880, pp. 303-319.

reproduit deux fois, au même point, à deux époques successives.

L'hypothèse d'une sépulture relativement récente ne laisse pas que de soulever aussi quelques difficultés. Des quatre individus représentés, un seul était complet. Il ne restait des trois autres que quelques ossements. Les conditions de gisement étant les mêmes ou à peu près, comment rendre compte de ces différences de conservation ? On a suggéré que « cela peut s'expliquer par un défaut d'homogénéité dans la constitution de la couche qui recouvrait les squelettes, certains points offrant plus de facilité que d'autres à la pénétration des eaux dissolvantes. Cette absence d'homogénéité est vraisemblable dans un terrain remanié pour une sépulture. Elle l'est moins pour une couche d'argile verte restée intacte (1). » On peut ajouter que les quatre sépultures pourraient bien n'être pas contemporaines et que, dans ce cas, leur degré de conservation dépendrait de leur plus ou moins grande ancienneté. On pourrait alléguer aussi des remaniements postérieurs ou des rites funéraires différents.

On a fait remarquer que le banc d'argile renfermant les ossements ne présentait aucune trace de remaniements, aucun trouble de stratification. Mais dans l'hypothèse d'une sépulture les traces de remaniements se seraient probablement effacées au bout de peu de temps, l'argile qu'on avait enlevée des fosses y ayant été remise pour les combler. C'est l'impression rapportée par M. Topinard d'une visite qu'il a faite au gisement de Castenedolo (2). Il ne faut pas oublier que, sur le point considéré, l'érosion naturelle a fait disparaître une partie des zones superposées qui constituent le reste de la colline. Le pliocène se trouve donc à fleur de sol.

L'état des ossements, certains effets de fractures et de

(1) J. Fraipont et Lohest, *La race humaine de Neanderthal ou de Canstadt en Belgique*. Gand, 1887, p. 673.

(2) Topinard, *Rev. d'anthrop.*, 3e série, t. X, 1886.

déplacement, la pénétration des matières environnantes dans les parties vides du crâne et des os ont été invoquées en faveur de la contemporanéité des ossements et des couches où ils reposaient. Mais, dans le cas de simples sépultures, les choses se seraient passées exactement de même. L'argile est un terrain mobile, coulant, sujet à des glissements et à des tassements, et sa nature même suffit pour expliquer tous les effets observés de fractures, de déplacement et de pénétration. Ces effets sont très connus de tous ceux qui ont fouillé d'anciennes nécropoles. Je les ai souvent constatés.

Résumons maintenant les arguments pour ou contre chacune des deux hypothèses.

En faveur de l'hypothèse du naufrage d'une famille des temps pliocènes, on peut invoquer l'enfouissement dans des couches marines de cet âge, la dispersion des ossements de trois individus sur quatre, l'absence de toute trace de remaniements.

Les arguments favorables à l'idée de sépulture sont : le peu de profondeur des ossements, la parfaite conservation d'un des squelettes, le gisement des ossements à des niveaux différents, la réunion de quatre corps dans un espace peu étendu, la difficulté d'admettre l'art de la navigation à l'époque pliocène. On pourrait ajouter que les caractères anthropologiques de l'homme de Castenedolo n'accusent pas une différence sensible avec l'homme d'aujourd'hui. D'après M. de Quatrefages, le crâne de la femme présenterait le type adouci de Canstadt. Ce type se retrouve encore parmi les populations actuelles.

En présence de tant de données contradictoires, il est impossible d'attribuer une valeur décisive aux trouvailles de Castenedolo. A ne tenir compte que de la quantité des arguments pour ou contre, les probabilités l'emporteraient en faveur d'une sépulture.

Il s'est fait beaucoup de bruit, il y a quelques années, autour d'un crâne humain trouvé en Californie au camp

des Anges, dans le comté de Calanines, et connu sous le nom de crâne de Calaveras. D'après M. Whitney qui a fait connaître cette découverte, le crâne en question aurait été rencontré à 153 pieds de profondeur dans des graviers aurifères, caractérisés par des ossements de Mammouth et de Mastodonte, et recouverts par 5 à 6 couches de lave ou de cendres volcaniques. Ces graviers seraient pliocènes et le crâne daterait du même âge. A ce crâne présumé tertiaire se trouvaient associés de nombreux produits de l'industrie humaine, consistant en mortiers, en pilons, en anneaux et en armes de pierre, en vases de stéatite, fabriqués avec beaucoup d'art, taillés ou polis à la meule.

Outre que l'authenticité du crâne de Calaveras a été très sérieusement contestée, les géologues ne sont pas d'accord sur l'âge du gisement. Les uns le considèrent comme pliocène, d'autres comme quaternaire. Enfin l'étrange caractère des objets soi-disant associés qui révèlent une industrie avancée, comparable à celle des Yakoutes actuels, acheva de jeter le discrédit sur la trouvaille américaine.

Mais, depuis cette époque, des découvertes du même genre se sont produites sur plusieurs points. M. Liais a fait connaître certaines traces humaines observées dans les dépôts aurifères et diamantifères du Brésil, où l'on aurait recueilli des mortiers, des pilons, des haches polies et de la poterie. M. Helmreichen aurait retiré des mêmes gisements des pointes de flèches en pétro-silex et en quartz (1).

Récemment M. Skertchly, un géologue distingué de la Grande-Bretagne, a lu, à l'Institut anthropologique de Londres, un mémoire très remarqué sur la découverte de mortiers et de pilons recueillis au nombre de trois cents environ parmi les graviers aurifères de Spring Valley, dans la Sierra Nevada. Les mortiers gisaient à tous les niveaux

(1) H. H. Howorth, *The Mammoth and the Flood*, p. 358.

dans la masse des graviers. Ils sont donc contemporains de la formation. Des observations très précises et très sûres ne peuvent laisser, paraît-il, aucun doute à ce sujet. Tous les géologues qui ont étudié le gisement le considèrent comme pliocène. M. Skertchly inclinerait cependant à le regarder comme quaternaire et d'origine glaciaire. Les graviers de Spring Valley ont été redressés par le dernier exhaussement de la Sierra Nevada, et leur grande antiquité est attestée par les ravinements de plus de 2000 pieds qu'ils ont subis et par des témoins qu'ils ont laissés à plus de 6000 pieds d'altitude. Ils sont recouverts par un chapeau de basalte.

Ces observations sont de nature à rappeler l'attention sur celles de M. Whitney. Mais, si telles sont les traces de l'homme tertiaire américain, il faut avouer qu'elles doivent singulièrement dérouter les faiseurs de classifications, puisqu'elles attribueraient à l'homme pliocène une industrie comparable à celle de l'époque dite néolithique. En admettant même que ces graviers aurifères fussent quaternaires, et ils ne sont pas plus récents, le fait n'en serait pas moins intéressant. Est-ce donc en Amérique qu'il faut aller chercher l'origine de l'industrie néolithique? Mais alors, comment concilier cela avec la trouvaille d'instruments franchement paléolithiques recueillis en grand nombre dans les alluvions quaternaires de l'Amérique? Les travaux de nos confrères du nouveau monde laissent subsister bien des points d'interrogation.

Avant de quitter l'Amérique, il faut citer encore les trouvailles de M. Ameghino sur le territoire de la République Argentine, non loin de l'embouchure de la Plata (1).

M. Ameghino a découvert sur sept points différents des ossements humains et des débris abondants de l'in-

(1) Ameghino. *L'homme préhist. dans le bassin de la Plata*, dans le Compte rendu du Congrès intern. d'anthrop. de Paris, 1880, p. 341. — Id., *L'antiquité de l'homme dans la Plata*, dans Bullet. Soc. géolog., séance du 25 avril 1881. — Id., *La antiguedad del hombre en la Plata*. Paris, Masson, 1881. 2 vol. in-8°.

dustrie humaine, enfouis dans le terrain dit pampéen, avec les restes d'une faune qu'il attribue en partie au quaternaire, en partie au pliocène supérieur et moyen.

Que l'homme primitif américain ait vécu avec de grands proboscidiens comme le *Mastodon Humboldti,* avec des tatous géants comme l'*Ichistopleurum* et le *Panochtus;* avec des paresseux comme le *Megatherium* et le *Lestodon,* de la taille de l'éléphant ; de terribles carnassiers comme l'*Ursus bonaerensis* et le *Machairodus necator,* des chevaux pourvus de trois doigts comme l'*Hippidium,* des mammifères comme le *Macrauchenia patagonica,* le *Toxodon* et le *Typotherium,* qu'on ne peut classer dans aucun des ordres de mammifères existants, cela paraît en effet résulter des investigations de M. Ameghino. Les caractères de quelques-uns de ces animaux semblent accuser une phase de développement plus ancienne que le quaternaire. Mais des observations si locales ne permettent pas de trancher une question de cette importance. Il faudrait les rattacher à des horizons beaucoup plus étendus pour justifier les divisions stratigraphiques proposées par M. Ameghino, et puis enfin il serait prématuré d'établir un parallélisme entre ces coupes et les classifications adoptées par les paléontologistes de l'ancien continent. M. Roth, à qui l'on doit la curieuse découverte d'un squelette humain enfoui dans le terrain des Pampas, sous une carapace de Glyptodon, rapporte cette formation au quaternaire. Pour toutes ces raisons, les faits signalés par M. Ameghino, quelque intéressants qu'ils soient, laissent encore dans le doute la question d'âge géologique.

II

Revenons en Europe. A défaut de ses ossements, l'homme tertiaire aurait pu du moins nous laisser des traces de son industrie. On cite en effet un certain

nombre d'objets en pierre ou en os où l'on a cru reconnaître les marques d'un travail intentionnel.

Tels sont par exemple les ossements incisés et striés, découverts en 1863 par M. Desnoyers dans le gravier à Elephas meridionalis de Saint-Prest, aux environs de Chartres. D'après des juges très compétents dont je partage tout à fait la manière de voir, de semblables effets peuvent être produits par de simples pressions dans le sol et peut-être aussi par des animaux rongeurs. Je suis donc loin de leur reconnaitre la valeur décisive que leur attribue M. de Quatrefages, pour qui l'empreinte de la main humaine n'est pas douteuse à Saint-Prest.

On doit à M. Capellini la production de documents beaucoup mieux caractérisés et dignes d'une très sérieuse attention. Je veux parler des trouvailles de Monte Aperto et de la Vallée de la Fine. Présentées d'abord à l'institut de Bologne en 1875, puis à l'académie des Lincei à Rome en 1876, ces trouvailles furent discutées aux Congrès d'anthropologie et d'archéologie préhistorique de Buda-Pesth en 1876 (1) et de Lisbonne en 1880 (2), ainsi qu'au Congrès international d'anthropologie de Paris en 1878 (3).

Les faits en question consistent, comme l'on sait, en incisions rectilignes ou circulaires, lisses sur un bord, rugueuses sur l'autre, comme si elles avaient été produites par un outil très tranchant, agissant obliquement, de façon à soulever des éclats sur un des côtés de l'entaille.

Pour M. Capellini, pour M. de Quatrefages, il n'y a qu'un instrument tranchant qui puisse produire de pareils effets. « Or, dit M. de Quatrefages, il n'y a que l'homme qui fabrique et manie des instruments tranchants, je crois donc à l'homme tertiaire en Toscane » (4). Puis ailleurs, à

(1) *Compte rendu*, vol. I, p. 46.
(2) *Compte rendu*, pp. 108, 116, 138.
(3) *Compte rendu*, p. 224.
(4) *Compte rendu du Congrès de Lisbonne*, p. 117.

propos de la découverte de Monte Aperto : « Il est évident que quelque horde de ces temps reculés a rencontré sur le rivage le cadavre de ce grand cétacé et en a dépecé la chair avec ses couteaux de pierre, comme le font, de nos jours, les sauvages tribus de l'Australie (1) ».

Pour que cette évidence passât à l'état de vérité démontrée, il faudrait établir : 1° que les incisions en question peuvent être réellement produites par un instrument de pierre ; 2° qu'elles ne peuvent être dues à une autre cause ; 3° qu'il existe des incisions semblables sur les os travaillés par l'homme quaternaire avec ses outils de pierre ; 4° que le gisement de Monte Aperto est réellement un gisement côtier accessible à l'homme aux temps tertiaires.

Or, non seulement on ne trouve pas d'instruments de silex mêlés aux os incisés de Monte Aperto, mais je ne connais pas d'outils en pierre, taillés par éclats, capables de produire des incisions si profondes et si nettes ; et je n'ai jamais observé rien de semblable sur les ossements quaternaires, taillés et incisés par l'homme. On voit fréquemment sur les os la trace laissée par les outils de pierre en dépeçant les chairs. Ce sont des stries peu profondes, dirigées en tout sens comme si l'os avait été raclé ; mais on n'y constate jamais les profondes entailles des pièces si remarquables produites par M. Capellini.

M. de Mortillet a fait observer qu'on trouve en abondance, dans le même gisement que les os de Balænotus, des dents de Squaloïdes capables de faire des incisions absolument semblables. Il a montré que ces dents, finement dentelées tout le long de leur tranchant, ont laissé les empreintes de ces dentelures, dans le fond des incisions des os pliocènes de la Toscane. Déjà, en 1867, les recherches de M. Delfortrie sur les os incisés des faluns de Léognan avaient établi que ces incisions doivent être attribuées aux

(1) *Hommes fossiles et hommes sauvages.* Paris, 1884, p. 94.

dents des grands poissons carnassiers qui abondent à ce niveau. Enfin, le Balænotus de Monte Aperto n'appartient pas à un dépôt de rivage, mais à un fond qui devait être toujours couvert d'une dizaine de mètres d'eau, comme l'a établi M. de Stefani, d'après les coquilles associées au Balænotus (1).

Il me paraît donc bien difficile d'admettre l'évidence dont parlent MM. Capellini et de Quatrefages. C'est au moins du doute qui doit rester sur l'existence de l'homme pliocène en Toscane. Personnellement je considérerais les résultats de l'enquête comme absolument négatifs, sans la haute autorité scientifique de MM. Capellini et de Quatrefages, dont il faut bien tenir compte aussi, comme d'un fait important à l'actif de l'homme pliocène.

III

Nous allons passer maintenant à un autre ordre de faits.

On a découvert, dans un certain nombre de gisements tertiaires parfaitement déterminés, des éclats de silex offrant certains caractères qu'on est accoutumé d'observer sur les silex taillés artificiellement par l'homme. Quelques auteurs en ont conclu que ces silex étaient certainement taillés et qu'ils révélaient par conséquent l'existence d'un être intelligent, sinon de l'homme, à l'époque tertiaire. D'autres ont contesté ces caractères et soutenu que les silex en question n'avaient jamais été travaillés que par la nature.

Pour nous prononcer en connaissance de cause, il convient d'examiner d'abord comment s'opère la taille artificielle du silex, puis s'il existe des signes certains auxquels on puisse reconnaître les silex manufacturés et les distinguer des silex naturels.

(1) *Bullet. di paletnolog. italiana*, août-sept. 1877, p. 152.

Les procédés usités pour la taille du silex sont au nombre de trois : l'éclatement par le feu, la percussion, la pression. Nous allons les passer successivement en revue.

Lorsqu'après avoir échauffé fortement un bloc de silex on le refroidit brusquement, il se divise en éclats anguleux, tranchants et irréguliers. Si l'action successive de la chaleur et du froid a été modérée, le silex, au lieu de se briser, se craquelle. Sa surface se couvre d'un réseau de fentes irrégulières, entrecroisées, analogues à ce qu'on observe sur certaines porcelaines dites craquelées. Ces fentes sont plus ou moins profondes suivant l'intensité du feu ou du refroidissement. On explique ces effets par la nature cassante du silex et par les contractions et les dilatations brusques qui en détruisent la cohésion. Ils peuvent être produits par des causes naturelles partout où les silex se trouvent gisant à la surface du sol. On conçoit que, dans ce cas, des incendies de forêts causés par la foudre ou spontanés puissent déterminer les phénomènes d'éclatement et de craquelage dont il vient d'être question.

La chaleur solaire après une nuit fraîche, la gelée après une journée humide produisent aussi des effets analogues. Ils varient seulement suivant l'intensité de la cause qui agit et suivant la nature du silex.

Il n'y a rien de variable comme la pâte des roches siliceuses. Suivant qu'elle est plus ou moins homogène, plus ou moins fine, plus ou moins pure, les éclats naturels se présentent sous la forme de fragments irréguliers et anguleux, ou bien sous celle de lames planes ou conchoïdes, ou encore de petites cupules détachées de la surface exposée aux actions atmosphériques.

J'ai étudié ces effets naturels dans les plaines brûlantes de la Lybie et dans les campagnes tempérées de la Bourgogne. Partout j'ai constaté les plus frappantes analogies. Beaucoup de voyageurs ont eu l'occasion de faire des observations semblables.

« Il me souvient parfaitement, a écrit M. le Mis de Nadaillac, d'avoir vu et entendu dans le désert auprès de Damas, sous l'influence d'un soleil ardent succédant à la rosée abondante du matin, des silex crépiter et se fendre en fragments présentant des arêtes vives (1). » Le Dr Wetzstein a vu et entendu, à l'est de Damas, des basaltes éclater sous l'influence de la fraîcheur du matin (2).

« Lorsqu'on se repose silencieusement le matin dans le désert, dit M. Lepsius, ou la nuit après le coucher du soleil, on entend tout autour de soi un crépitement qui ne peut provenir que de l'éclatement des galets de silex (3). »

On doit des observations semblables à MM. Fraas, Livingstone, Desor, Escher de la Linth.

M. Delvaux a raconté un fait dont il avait été témoin, un jour de gelée, dans une tranchée ouverte au milieu d'un banc de silex sur le mont de l'Hotond, aux environs de Renaix (Belgique) : « Je fus surpris, dit-il, d'entendre un bruissement, faible d'abord, puis un crépitement qui allait s'accentuant peu à peu, et de voir des éclats de silex s'élancer dans toutes les directions autour de moi. J'étais seul. Très intrigué je fermai mon carnet. Je ne tardai pas à m'apercevoir que les rayons du soleil, dépassant la crête opposée, frappaient directement la surface du talus où affleuraient les silex, et que ceux-ci au fur et à mesure qu'ils étaient échauffés se prenaient à éclater, en projetant parfois des fragments à plus de deux mètres. Je pus constater à l'aise le phénomène pendant plus de vingt minutes (4). »

Les hommes ont mis à profit cette aptitude du silex à se rompre sous l'influence des changements brusques de température. Les Indiens Klamaths, de l'Amérique du

(1) Nadaillac. *L'homme tertiaire*, Paris 1885, p. 32.
(2) *Matériaux*, VI, p. 176.
(3) Lepsius. *Zeitschrift für Ægyptische Spräche ;* sept. 1870, p. 114.
(4) Communication à la Société d'anthropologie de Bruxelles, *Matériaux pour l'histoire primit. et nat. de l'homme*, avril 1887, p. 163.

Nord, fabriquent des outils en pierre avec le quartz, la calcédoine, le jaspe, l'obsidienne, l'agate, etc. D'après M. P. S. Schumacher, qui a vécu au milieu d'eux, ils obtiennent des fragments de ces roches en les faisant éclater au feu. Puis prenant un des éclats dans la main gauche, enveloppée dans une peau de daim, ils le taillent au moyen de pressions exercées sur les bords avec un outil en ivoire de lamantin, en corne d'élan, ou même en fer. M. de Quatrefages a fait connaître, d'après M. Man, qui fut attaché pendant onze ans à l'établissement pénitentiaire des îles Andaman, comment les Mincopies se procurent les éclats de pierre dont ils ont besoin, en soumettant à l'action du feu des blocs de grès ou de quartz (1). Autrefois ils savaient fabriquer des haches en pierre polie à la meule, qu'on retrouve encore çà et là sur le sol des anciens campements ; mais depuis longtemps cette industrie est tombée en désuétude. Aujourd'hui ils ne font plus que deux sortes d'outils en pierre, les uns en grès pour aiguiser les pointes de leurs lances et de leurs flèches, armées d'os ou de coquillages, les autres en quartz pour se raser et se tatouer. Ils façonnent les premiers en faisant éclater au feu un bloc de grès, dont ils retaillent ensuite les fragments qui leur conviennent, au moyen d'un marteau en roche dure. Les lamelles de quartz sont obtenues en chauffant un bloc et en le refroidissant brusquement ; après quoi on en détache des éclats en frappant le bloc avec un marteau de pierre. Ces lamelles, non retouchées, sont employées exclusivement à raser et à tatouer. Elles ne servent qu'une fois et sont rejetées ensuite. Depuis leur contact avec les Européens, les Mincopies connaissent le fer ; mais ils continuent à employer les éclats de quartz pour la barbe et le tatouage. C'est chez eux une coutume traditionnelle, liée à des idées

(1) A. de Quatrefages, *L'homme tertiaire à Thenay et les îles Andamans*, MATÉRIAUX POUR L'HISTOIRE PRIMITIVE ET NATURELLE DE L'HOMME. 1885, p. 97.

superstitieuses. Marcher sur une de ces lamelles expose à de grands malheurs.

Si l'on frappe avec un instrument pointu un coup sec, suffisamment énergique, sur une des faces planes d'un bloc de silex bien homogène, on en détache un cône parfaitement régulier, dont le volume dépend de l'intensité du choc.

Ce phénomène a été méthodiquement étudié par deux membres distingués de la Société de Borda, de Dax, MM. Thore et de Chasteigner. Ce dernier a constaté que le même résultat s'obtient avec toutes les substances à pâte fine et homogène, se présentant sous la forme de corps amorphes, élastiques et doués d'un certain degré de dureté et de fragilité, tels que le verre, la porcelaine, le cristal, les laitiers, les roches siliceuses, etc.

« Le cône obtenu, dit M. Thore, est toujours d'une parfaite régularité. Son sommet coïncide exactement avec la direction du choc. La surface de ce cône est ordinairement mate et présente toujours, sous l'aspect de légères saillies, des ondes circulaires, dont le plan est normal à l'axe de figure et par conséquent de percussion. La moyenne d'un très grand nombre de mesures m'a donné pour la valeur de l'angle au sommet 90°, avec de très petits écarts ne dépassant pas deux ou trois degrés, soit 45° pour celui que forme l'axe avec la surface du cône (1). »

C'est un effet de mécanique moléculaire, dépendant de la manière dont les molécules du corps considéré entrent en vibration, à partir du point percuté. Lorsque l'intensité des vibrations dépasse la force de cohésion, il y a rupture. M. Thore a démontré, par l'analyse mathématique, que la surface de rupture est symétrique par rapport au point percuté ; que tous les points de cette surface situés sur son intersection avec un plan normal à l'axe ou à la direction de percussion seront forcément à la même distance d'un point pris à volonté sur cet axe ; qu'enfin parmi

(1) *Bulletin de la Société de Borda*, Dax, année 1878, 3e trimestre, p. 25.

les solides géométriques présentant cette propriété, celui qui satisfait le mieux aux données expérimentales est le cône régulier dont l'angle au sommet a une valeur de 90°.

Nous avons là toute la théorie de la taille du silex par percussion.

Veut-on détacher un éclat d'un bloc de silex ? Il faut choisir d'abord une surface à peu près plane pour y appliquer le coup. Cette surface est ce qu'on a appelé le *plan de frappe*. Si elle n'existe pas naturellement, on l'établit artificiellement par quelques coups convenablement donnés.

A l'aide d'un marteau pointu, on détermine, au bord du plan de frappe et perpendiculairement à ce plan, un choc suffisamment sec et fort pour détacher un éclat du bloc de silex. Il se produit alors à la naissance de l'éclat un cône ou conoïde dont le sommet correspond avec le point percuté. Les résistances étant inégales dans les différents sens, ce conoïde n'est pas complètement isolé. Il reste adhérent par une partie de sa surface, soit au bloc matrice, soit à l'éclat. Si l'on compare alors les deux surfaces d'éclatement, on constate que l'une porte le cône en relief et l'autre sa contre-empreinte en creux. Après avoir détaché ainsi une série d'éclats tout autour d'un bloc, on peut recommencer l'opération une seconde fois. Les nouveaux éclats porteront alors, sur leurs différentes faces, des conoïdes de percussion ou leurs empreintes résultant des opérations antérieures. Le bloc de silex, par suite du départ de tous ces éclats enlevés tout autour et dans le même sens, prend la forme d'un prisme plus ou moins irrégulier, qu'on appelle un nucléus.

La présence d'un conoïde de percussion à l'extrémité d'une lame de silex indique donc que cette lame a été détachée d'un bloc par l'effet d'un choc, mais cela ne permet pas de préjuger de la cause de ce choc. Deux blocs de silex tombant l'un sur l'autre, il peut se produire un conoïde de percussion, tout aussi bien que par l'effet d'un coup de marteau appliqué par une main humaine. L'analyse

mécanique du phénomène n'exige nullement l'intervention d'une force intelligente. Les seules conditions à réaliser sont que le silex percuté présente une surface plane au point frappé, et que le corps percutant, suffisamment dur, offre une saillie anguleuse.

On observe assez souvent qu'il s'est produit sur les conoïdes de petits arrachements, qui altèrent leur régularité. Cet effet, qu'on a appelé l'esquillement, est dû au défaut d'homogénéité de la matière, et à des adhérences accidentelles. Il ne résulte pas, comme on l'a dit, du mode de percussion, et ne saurait être invoqué comme la preuve d'un choc intentionnel (1). C'est un effet absolument indépendant de l'opérateur et de la cause qui a produit l'éclatement.

Ayant comparé entre eux un certain nombre d'éclats de silex recueillis sur un tas de pierres, cassées par un cantonnier, j'ai constaté qu'ils ne portaient pas tous le conoïde de percussion. En effet, le cantonnier frappait avec une petite masse de fer prismatique, quadrangulaire, qui touchait bien parfois par un de ses angles, mais le plus souvent par une de ses faces ou de ses arêtes. Alors il n'y avait pas production de conoïde. Nous avons vu en effet que, pour obtenir un cône régulier, il faut se servir d'un percuteur pointu (2).

Avec un percuteur sphérique ou ovoïde, le résultat est encore le même, la rencontre du plan et du percuteur se faisant toujours par un point unique, qui est le point tangentiel.

Avec un percuteur obtus, on obtient de ces renflements irréguliers auxquels convient particulièrement le nom de conoïdes. Si le percuteur est très obtus et détermine un

(1) Mortillet. *Le préhistorique*, p. 82.

(2) Parmi les éclats recueillis sur ce tas de pierres cassées, il s'en trouve qui reproduisent exactement des types bien connus, la pointe du Moustier, par exemple ; ce qui prouve avec quelle facilité ces types primitifs peuvent se produire accidentellement.

large contact, il n'y a plus ni cône, ni conoïde, parce que les vibrations moléculaires ne se propagent plus à partir d'un point unique. La loi d'éclatement est toute différente.

En résumé, la production du cône ou du conoïde de percussion est un cas particulier. Il peut y avoir choc et même choc intentionnel sans cône. Cela dépend de l'outil employé. Comme de plus il peut se produire des cônes par suite de contacts purement accidentels, le cône n'a pas la signification que quelques auteurs ont voulu lui donner. Il ne caractérise pas le choc intentionnel, ni par conséquent le travail d'un être intelligent.

Quand un fragment de silex roule à la surface du sol, il reçoit dans tous les sens des chocs qui déterminent des éclats sur toutes ses faces. Si, au lieu de rouler çà et là, un silex est engagé et fixé dans le sol, il ne reçoit plus de chocs que d'un seul côté. C'est ce qui se passe souvent dans nos chemins empierrés de silex. Les fers des chevaux, les roues des voitures agissant toujours dans le même sens, de haut en bas, sur des silex à moitié retenus dans le sol de la chaussée, les éclats ainsi produits affectent une certaine régularité. Il en est de même lorsqu'un silex est fixé au fond d'un cours d'eau rapide. Les galets roulant à sa surface, entraînés toujours dans le sens du courant, y déterminent des éclats réguliers d'un seul côté. Enfin, quand l'homme veut donner à un fragment de silex une forme particulière et déterminée, il arrive à ce résultat en enlevant avec précaution de petits éclats sur les bords du silex soit d'un seul côté, soit sur les deux faces. Ces petits éclats s'appellent des retouches.

D'où il résulte que, toutes les fois qu'un silex présente des retouches d'un seul côté, cela laisse supposer ou bien certaines circonstances naturelles constituant un cas exceptionnel, ou bien un travail intentionnel. Ces retouches ne sont pas nécessairement le signe d'un acte intelligent.

Torquemada raconte (1) que, lorsque les anciens Mexicains voulaient enlever des lames d'un bloc d'obsidienne, ils saisissaient le bloc entre leurs pieds, puis au moyen d'un bâton appuyé d'un côté contre leur poitrine, de l'autre contre le bloc d'obsidienne, ils détachaient par des pressions énergiques les éclats tranchants dont ils avaient besoin. C'est aussi par la pression, au moyen d'un fragment d'os ou de corne, que beaucoup de peuplades de l'Amérique achevaient, au dire des voyageurs, la retouche de leurs outils et de leurs armes et leur donnaient la forme définitive. La pression substituée au choc détermine donc les mêmes effets.

Il se produit dans le sol des pressions naturelles qui peuvent donner lieu à des résultats analogues, à des apparences de retouches. C'est une cause d'erreur et de confusion contre laquelle les archéologues devront se mettre en garde.

Tels sont les différents modes de taille et d'éclatement du silex. Appliquons maintenant ces données à l'examen critique des faits observés dans quelques gisements tertiaires où l'on a cru découvrir des silex éclatés ou taillés intentionnellement.

IV

J'ai déjà mentionné les sables pliocènes à Elephas meridionalis de Saint-Prest, à propos des ossements striés que M. Desnoyers y avait découverts et qu'il croyait travaillés par l'homme. Il y a, dans ce gisement, des silex striés comme les os, ce qui prouve bien qu'il s'agit d'effets naturels. M. l'abbé Bourgeois y avait aussi recueilli des silex qu'il considérait comme taillés et qu'il présenta comme tels à l'Académie des sciences (2). J'ai eu l'occasion de les exa-

(1) *Monarquia indiana*, liv. XVII, chap. I. Séville, 1615.
(2) *Comptes rendus Acad. des sciences*, 7 janvier 1867.

miner, et je n'hésite pas à les regarder comme parfaitement naturels.

Les anthropologistes qui ont assisté au Congrès international d'anthropologie et d'archéologie tenu à Lisbonne en 1880 (1) ont visité dans la vallée du Tage, à Otta, un gisement tertiaire sur lequel un géologue distingué, M. Ribeiro, avait depuis longtemps attiré l'attention. A plusieurs reprises, M. Ribeiro avait présenté des éclats de silex et de quartzites provenant de ce terrain et offrant des apparences de taille intentionnelle.

Le gisement consiste en une vaste formation de grès, et de conglomérats avec argile et calcaires intercalés, qui atteint sur quelques points 400 mètres de puissance. Cette formation est d'origine lacustre. Elle renferme une flore et une faune fossiles, étudiées par MM. O. Heer et A. Gaudry, qui lui assignent pour position géologique l'étage tortonien du miocène supérieur.

Les silex abondent naturellement dans le tortonien d'Otta. Après vingt ans de recherches, M. Ribeiro était parvenu à y recueillir une série de 95 éclats, exposés en 1878 à Paris, et sur lesquels vingt-deux pièces seulement présentent le plan de frappe et le conoïde de percussion. Ces silex ne portent pas de retouches. Ils affectent principalement la forme de pointes triangulaires et de disques.

La plupart de ces pièces ont été ramassées à la surface du sol. Des membres du Congrès ont donc mis en doute leur contemporanéité avec le terrain sous-jacent. Cependant, au cours d'une excursion faite à Otta, M. Bellucci a détaché lui-même du conglomérat miocène, où il était engagé, un éclat portant un conoïde de percussion. Mais M. Cotteau a émis l'opinion que des silex de la surface avaient pu pénétrer par des fentes dans les couches inférieures.

Quoi qu'il en soit, même en supposant établie la contem-

(1) Voir : *Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique*. Lisbonne, 1884, p. 81.

poranéité des silex et des couches tertiaires, la seule présence de conoïdes de percussion est absolument insuffisante, comme nous l'avons vu, pour démontrer que ces silex ont été taillés intentionnellement. Tel a été l'avis de beaucoup de membres du Congrès.

En 1869, M. Tardy avait présenté à la Société d'anthropologie de Paris (1) une lame de silex, avec plan de frappe et conoïde de percussion, qu'il avait extrait lui-même d'un conglomérat miocène des environs d'Aurillac. Depuis cette époque M. Rames, géologue distingué d'Aurillac, a poursuivi des recherches dans la même formation, au Puy-Courny (Cantal), et en a extrait une série de silex, offrant aussi des traces de percussion, plans et conoïdes de percussion, retouches, etc. (2).

Ces silex proviennent d'alluvions quartzeuses renfermant des débris fossiles de Dinotherium, de Gazelle, etc. C'est l'horizon de Pikermi, du Mont Léberon, d'Eppelsheim. Les silex présumés taillés affectent la forme de pointes cunéiformes dans le genre de celles du Portugal. M. Rames croit y voir aussi des sortes de grattoirs et de perçoirs ainsi que des lames courtes. Ces fragments gisent au milieu d'autres fragments informes de toute dimension. Quelques blocs atteignent quarante centimètres de diamètre. Tous ont subi sur leurs bords des chocs vigoureux, qui en ont enlevé de grands éclats.

« Je voudrais voir dans ces silex tertiaires, dit M. Rames, les monères informes, diffuses, changeantes d'où serait sortie par filiation, de génération en génération, la hache taillée chelléenne; celle-ci, cellule parfaite, individualisée, engin redoutable, qu'on peut relier sans hiatus à nos navires cuirassés à travers les âges, les étapes et les progrès de l'humanité (3). »

(1) *Bullet. Soc. d'anthropologie.* 1869, p. 703.

(2) *Matériaux.* 1884, p. 385.

(3) L'abbé Bourgeois, *Compte rendu du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique.* Paris, 1867, p. 67. — Id., Bruxelles, 1872, p. 81. — *La question de l'homme tertiaire,* dans Revue des questions scientifiques, t. II, p. 561.

Cette profession de foi transformiste, à propos de pierres taillées ou non, fait penser aux Hottentots, qui, voyant deux chariots l'un grand et l'autre petit, prétendent que le grand doit être le père du petit. Mais telle n'est pas, je suppose, la pensée de M. Rames. S'il parle de filiation, c'est sans doute au figuré. Quoi qu'il en soit, les silex du Puy-Courny ne seraient à ses yeux que des « monères informes ».

Je m'en tiendrai à cette impression, qui jette bien des doutes sur l'attribution à l'homme de types aussi rudimentaires. M. de Quatrefages en a figuré quelques-uns dans son *Introduction à l'étude des races humaines*. Ils portent des conoïdes de percussion, avec plans de frappe et des apparences de retouches dans un seul sens; mais nous avons vu que cela ne suffit pas pour caractériser le travail intentionnel.

M. Rames cite comme un fait digne de remarque la présence exclusive de silex corné et pyromaque dans le tortonien d'Aurillac, tandis que l'étage aquitanien, où est leur gisement primitif, renferme les variétés de silex les plus diverses. Un véritable triage se serait opéré. De plus, le tortonien est à 30 mètres au-dessus de l'aquitanien. M. Rames se demande comment les matériaux de l'étage inférieur seraient remontés à l'étage supérieur, et l'explique par l'intervention de l'homme. Mais on peut supposer qu'à une époque l'aquitanien aurait eu, sur des points voisins, une puissance plus grande que celle qu'on observe actuellement au Puy-Courny, et que le tortonien se serait formé aux dépens de zones où il y avait seulement des bancs de silex corné et pyromaque (1).

Il est certain que les silex du Puy-Courny sont le produit d'une dénudation et qu'ils ont beaucoup voyagé, balayés par des agents énergiques ; ce qui suffirait bien à

(1) On peut voir aux environs du Puy-Courny, au bois de la Fage, par exemple, des lambeaux du tortonien, transportés à plus de 50 mètres au-dessus de leur gisement primitif. Il a pu en être de même pour l'aquitanien.

expliquer et les chocs dont ils portent la trace et les éclats résultant de ces chocs. On peut, jusqu'à nouvel ordre, s'en tenir à cette interprétation.

De tous les gisements à silex présumés taillés de l'époque tertiaire, le plus fameux est assurément celui de Thenay, que M. l'abbé Bourgeois signala, dès l'année 1867, à l'attention des savants (1).

Le gisement de Thenay est constitué par des couches de marne et d'argile, situées au-dessous du calcaire de Beauce qui est aquitanien. Ces couches représentent le dépôt de fond d'un grand lac dont les rivages étaient formés par la craie. Elles renferment en abondance des silex pyromaques provenant du terrain crétacé.

Voici la coupe des formations de Thenay, d'après les fouilles opérées en 1885 par MM. d'Ault-du Mesnil et Daleau à l'occasion du congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences qui s'est tenu à Blois la même année (2).

1. Terre végétale, $0^m,40$.
2. Alluvion quaternaire, $0^m,40$ à 1^m.
3. Cordon argileux, $0^m,10$.
4. Calcaire de Beauce solide, $0^m,50$.
5. Marne grise, $0^m,90$ à $1^m,20$.
6. Argile sableuse brune et jaune avec silex, $0^m,20$.
7. Argile verdâtre avec silex nombreux, $0^m,30$.
8. Argile plastique verte avec rognons de silex rares, $0^m,50$.
9. Marne grise.

Les zones 4 et 5 seules ont fourni des fossiles, entre autres le Tapirus Poirrieri et l'Acerotherium, caractéristiques de l'aquitanien.

(1) *Compte rendu du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique.* Paris. 1867, p. 67.

(2) *Matériaux.* Juin 1885, p. 241, et sept. 1885, p. 385.

La zone 9 offre le même aspect minéralogique que la zone 5. On peut donc assimiler à l'aquitanien les quatre zones inférieures.

Il est constant que ces quatre zones se sont constituées aux dépens de l'argile à silex, formée elle-même des débris de la craie. C'est de l'argile à silex remaniée.

La zone 7 est celle où M. l'abbé Bourgeois a fait ses principales découvertes. Les silex y sont plus nombreux que dans les autres. Mais on trouve du haut en bas de la coupe des silex semblables à ceux de cette zone.

Tous ces silex sont profondément altérés comme s'ils avaient subi pendant longtemps les influences atmosphériques. En effet, il y a entre l'éocène et l'aquitanien une lacune géologique, pendant laquelle on peut supposer que l'argile à silex est restée longtemps exposée à l'air libre.

L'aspect sous lequel se présentent les silex de Thenay est très variable.

On trouve d'abord des rognons informes, comme tous ceux qui proviennent de la craie ; puis les mêmes rognons profondément altérés à la surface, fendillés et se divisant en éclats irréguliers au moindre choc. Parfois, après cette décortication, il est resté un noyau solide, affectant la forme d'un polyèdre plus ou moins irrégulier, par suite du départ d'éclats sur toutes ses faces. De nombreux silex sont craquelés plus ou moins profondément. Il y en a enfin qui portent de fines retouches d'un seul côté. On ne trouve à Thenay que des éclats très irréguliers, et les conoïdes de percussion y sont extrêmement rares.

D'après M. l'abbé Bourgeois, il y aurait dans ce gisement des instruments pour couper, percer, racler et frapper. « On remarque, a-t-il dit, tous les signes qui dénotent l'action de l'homme, savoir : les retouches, les entailles symétriques, les entailles artificielles produites pour correspondre à des entailles naturelles, les cônes de percussion quoique rares, les traces de percussion et d'usure,

l'action du feu, enfin la reproduction multipliée de certaines formes parfaitement connues (1). »

J'ai pu étudier les silex exposés par M. l'abbé Bourgeois au Trocadéro en 1878, qui étaient certainement choisis parmi ses meilleurs spécimens, et j'avoue qu'ils ne m'ont pas convaincu. Quelques-uns rappellent vaguement des grattoirs et des perçoirs; mais je me suis demandé, comme beaucoup d'autres, à quoi pouvaient servir ces silex aux formes mal définies et de très petite dimension pour la plupart. Ils s'adapteraient difficilement à une main humaine.

Aussi M. de Mortillet, tenant compte des difficultés paléontologiques que soulèverait l'existence de l'homme dès l'époque miocène, attribue-t-il les silex de Thenay non pas à l'homme, mais à un précurseur, animal anthropoïde de la famille des singes dont il a créé *à priori* trois espèces sous le nom générique d'anthropopithèque : L'*Anthropopithecus Bourgeoisii*, celui dont on trouve les traces à Thenay, qui ignorait encore la taille du silex par percussion et le faisait éclater au feu à la manière des Mincopies; l'*Anthropopithecus Ramesii*, en possession du procédé de la taille par percussion et qui a laissé ses outils dans le tortonien du Puy-Courny ; enfin l'*Anthropopithecus Riberoii*, un peu plus récent que le précédent, mais tortonien aussi, et représenté par ses œuvres à Otta en Portugal. La théorie du précurseur n'est pas invraisemblable, mais elle est inutile si les faits qu'elle a pour but d'expliquer peuvent être interprétés autrement.

Interrogé par M. d'Acy sur l'usage auquel devaient servir les petits silex de Thenay entre les pattes de son anthropopithèque, M. de Mortillet a répondu :

« On me demande à quoi pouvaient servir les petits outils de Thenay. Je pourrais répondre que je n'en sais rien, n'étant pas dans le même milieu et n'ayant pas les

(1) *Revue des questions scientifiques*, t. II, p. 563.

mêmes besoins que l'animal qui les a taillés. Pourtant je vais vous soumettre une explication qui, si elle n'est pas absolument vraie, n'en est pas moins possible et même vraisemblable. Cette explication n'est pas de moi. Elle m'a été suggérée par un de nos collègues, M. Nicole. Les silex retouchés de Thenay sont généralement des grattoirs et des pointes. Comme le fait très bien remarquer M. d'Acy, ces grattoirs ne devaient pas servir à gratter les peaux pour les assouplir et les perçoirs à les trouer pour faire des boutonnières. A l'époque miocène il faisait assez chaud pour que l'animal intelligent qui fabriquait des outils n'eût pas besoin de vêtements. Il en avait d'autant moins besoin qu'il devait être beaucoup plus velu que l'homme. Par contre il devait avoir beaucoup plus de vermine que l'homme, qui pourtant n'en manque pas. Les grattoirs et les pointes servaient à se gratter quand les démangeaisons devenaient trop vives (1). »

On a fait remarquer avec raison à M. de Mortillet que les ongles et les griffes pouvaient atteindre ce but sans qu'il soit besoin de recourir à des instruments spéciaux.

D'après M. de Mortillet, l'anthropopithèque de Thénay connaissait l'usage du feu. Il ignorait l'art de tailler le silex par percussion, et se servait du feu pour diviser les blocs en menus éclats qu'il retouchait ensuite. Ainsi s'expliquerait la rareté des cônes de percussion et la forme irrégulière et angulaire des éclats. M. l'abbé Bourgeois niait, d'après des expériences et des observations nombreuses, que le feu eût été employé à Thenay pour éclater le silex ; mais il pensait que les silex craquelés révélaient bien réellement l'existence de l'homme à l'époque miocène. « On ne peut attribuer, écrivait-il, cette combustion à un incendie allumé par la foudre, car il n'est pas rare de rencontrer un silex brûlé associé à beaucoup d'autres qui n'ont pas été atteints, dans une étendue qui n'excède pas

(1) *Bullet. de la Soc. d'anthropologie*, t. VIII, 3e série, p. 180.

un mètre carré (1). » On pourrait répondre à cette dernière observation que les silex craquelés ne sont pas dans leur position primitive, et qu'ils ont été mêlés à d'autres postérieurement à leur craquelage par le feu. De plus, il résulte des recherches de MM. d'Ault du Mesnil et Daleau, que les silex craquelés, esquillés et décortiqués ne sont pas localisés dans une zone unique. On les trouve, à Thenay, dans toute la formation ; mais ils sont d'autant plus abondants qu'on se rapproche davantage de l'argile à silex éocène, dont ils proviennent originairement. Cette argile ne se montre pas dans les coupes opérées à Thenay même ; mais elle existe dans le voisinage, en place, non remaniée, et renferme des silex « en tous points comparables à ceux trouvés dans l'argile verte », nous dit M. d'Ault du Mesnil dans le rapport déjà cité.

S'il en est ainsi, si les mêmes particularités de taille, d'éclatement, de craquelage par le feu se présentent déjà dans l'argile à silex éocène non remaniée, c'est qu'alors on serait en présence d'effets purement naturels, parce qu'à l'époque éocène il ne peut être question ni de l'homme, ni même de l'anthropopithèque : telle est l'opinion de M. d'Ault (2).

Mes propres observations confirment ces conclusions. J'ai étudié l'argile à silex éocène des environs de Mâcon, dans le but de constater s'il ne serait pas possible d'y découvrir des faits semblables à ceux que l'on a signalés à Thenay et ailleurs. Il me reste à faire connaître le résultat de ces recherches.

V

Le terrain éocène est représenté en Mâconnais par une formation très complexe, constituée par l'argile à silex, des argiles bigarrées, des sables quartzeux, des

(1) *Revue des questions scientifiques*, t. II, p. 571.
(2) *Matériaux*. Juin 1885, pp. 246 et 249.

arkoses et des poudingues siliceux, où l'on retrouve en abondance des silex pyromaques d'origine crétacée. Ce terrain accuse à la fois des phénomènes de transport et des effets chimiques, geyzériens, sidérolithiques, hydrothermaux. Il n'est pas stratifié, sauf quelques zones à la partie supérieure, où se manifestent des actions mécaniques de charriage. Il a rempli de vastes poches d'érosion dans le terrain jurassique supérieur, sur lequel il repose directement. On n'y trouve pas d'autres fossiles que ceux de la craie, enclavés dans les rognons de silex pyromaque. Ces silex ont subi les actions les plus diverses. Les uns ont conservé leur aspect naturel, les autres sont complètement réduits en silice pulvérulente ; quelques-uns sont roulés, d'autres anguleux et éclatés de mille manières.

L'âge de cette formation est bien déterminé. Elle est postérieure au terrain crétacé, puisqu'elle s'est produite en partie à ses dépens. Elle est antérieure à des poudingues sidérolithiques et aux failles qui ont donné naissance au relief actuel de la région, notamment au grand bassin lacustre miocène de la Bresse. Sa place est donc dans l'éocène inférieur.

La puissance de ce terrain est très inégale. Elle varie de quelques centimètres à 15 ou 20 mètres. On ne le retrouve plus maintenant que sous la forme de lambeaux isolés et abrités contre la lèvre abaissée des failles ; ces gîtes commencent aux environs de Mâcon et finissent vers Tournus. Il n'en reste que des traces insignifiantes au delà de Chalon.

On constate sur plusieurs points du Mâconnais que les failles ont livré passage à des eaux chargées de silice, accompagnées d'émissions de sables siliceux et d'argile kaolinique, à une époque où l'argile à silex recouvrait toute la surface de la contrée. Ces matières éruptives ont donné naissance à des poudingues, à des brèches siliceuses, à des arkoses ou à des grès lustrés, suivant la nature des matériaux agglutinés par la silice.

Ces effets sont semblables à ceux que la Société géologique de France a étudiés en 1878 aux environs de Vernon, dans l'Eure, et qu'on peut observer aussi dans le département de Seine-et-Oise, dans la Dordogne, etc. (1).

Ces émissions siliceuses, probablement à une température élevée, exercèrent une action profonde sur toutes les roches environnantes et, en particulier, sur les silex pyromaques crétacés. Un grand nombre d'entre eux sont craquelés. On ne saurait douter du rapport qui existe entre le craquelage et les phénomènes hydrothermaux. Plus on s'éloigne des failles, moins les effets de craquelage sont intenses. Si l'on examine les brèches siliceuses formées dans la faille même, on observe que les silex pyromaques agglutinés dans la pâte siliceuse ont subi le plus haut degré de craquelage ; qu'ils ont même éclaté dans tous les sens et que leurs minces esquilles ont été maintenues en place par le ciment qui a pénétré dans leurs interstices.

On constate encore que la nature des silex joue un rôle manifeste dans ce phénomène. Tous ne sont pas également craquelés. Quelques-uns ne le sont pas du tout.

Le craquelage continue à se produire sur les silex exposés aux agents atmosphériques. Dans une carrière abandonnée depuis vingt ans, j'ai vu, à la surface des anciens déblais, un grand nombre de silex profondément craquelés, bien plus craquelés que ceux qui sont en place dans le sol. Dans les parois verticales de cette carrière on observe encore ceci : des blocs de silex émergeant du sol sont craquelés seulement sur leur face exposée à l'air ; la partie enfouie et protégée est intacte. Enfin, le craquelage est plus intense dans les parties tournées au midi, où les variations de température ont été plus prononcées.

A Thenay, comme en Mâconnais, les silex craquelés proviennent originairement de la craie et de l'argile à silex. Comme en Mâconnais, ils ont pu se trouver exposés,

(1) Voir la communication de M. H. Douvillé dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. IV, p. 707.

à l'époque éocène, soit à l'action des sources thermales, soit à l'influence des agents atmosphériques. Il n'est donc pas nécessaire de faire intervenir l'homme ou un être quelconque, pour expliquer l'état dans lequel ils se présentent.

Outre ces silex craquelés, j'ai recueilli à tous les niveaux dans l'argile éocène du Mâconnais des silex offrant toutes les particularités observées à Thenay, à Otta, ou au Puy-Courny : éclats avec ou sans conoïde de percussion, retouches unilatérales, nucléus, blocs décortiqués. Si on les compare avec les types correspondants des gisements miocènes, on peut s'assurer qu'entre les uns et les autres la ressemblance est complète.

Quelques-uns de ces silex naturels offrent même l'aspect bien connu des silex taillés quaternaires, racloirs, grattoirs, pointes moustériennes ou même coups de poing chelléens. En se donnant la peine de chercher, on finirait par réunir tous les types possibles.

Une carrière située sur la commune de Saint-Sorlin m'a fourni quelques observations particulièrement intéressantes.

Le gisement est situé à 380^{m} d'altitude, fort au-dessus de toutes les alluvions quaternaires de la contrée. Une carrière abandonnée forme une excavation de 20^{m} de profondeur. L'une des parois s'étant éboulée par suite des pluies, elle offrait, quand je l'ai visitée, une coupe naturelle où l'on distinguait une section verticale d'environ $8^{m},50$, surmontant un talus d'éboulement incliné à 45°.

J'ai recueilli dans la section verticale du terrain, à différents niveaux, un certain nombre d'éclats analogues à ceux des stations préhistoriques, présentant des cônes de percussion et des retouches unilatérales. A la surface du talus d'éboulement il y en avait aussi, et quelques-uns présentaient des retouches toutes fraîches, ce qui indiquait qu'elles avaient dû se produire au moment de l'éboulement. Parmi ces derniers se trouvait un grattoir formé d'un éclat à tranchant circulaire retouché d'un seul côté,

aussi parfait que n'importe quel grattoir quaternaire ou néolithique. Sa forme aplatie ne lui ayant pas permis de rouler, il a simplement glissé sur une de ses faces et, tous les chocs s'étant produits dans le même sens, il en est résulté des retouches régulières d'un seul côté. J'ai donc surpris la nature en train de fabriquer un grattoir parfait d'une manière extrêmement simple. Mon observation date du mois de novembre 1884 ; mais les choses auraient pu se passer de même à l'époque éocène. Telle put être l'origine de plus d'une pièce recueillie à Thenay, alors que les eaux du lac de Beauce battaient sur ses rives la craie et l'argile à silex.

Au mois de septembre 1886, j'ai eu l'occasion d'extraire, en présence de M. l'abbé Ducrost, deux nucléus extrêmement curieux de la paroi verticale de la même carrière, à 8 mètres de profondeur au-dessous de la surface. Ces nucléus, parfaitement naturels, étaient encore entourés des lames qui en avaient été détachées (1).

Sur l'un, il y avait deux lames se superposant, de 6 à 7 centimètres de longueur ; sur l'autre, une seule lame de 105 millimètres. La section de l'une des lames est triangulaire ; les autres sont à quatre pans ; l'une d'elles offre un conoïde de percussion très prononcé. Leurs bords sont très tranchants, et leur forme est régulière comme celle des lames fabriquées par l'homme. Un mince dépôt d'argile a pénétré entre les lames et le nucléus, et tapisse les surfaces de rupture. Les archéologues, quand ils rencontrent des lames prismatiques à plusieurs facettes, attribuent généralement ces facettes au départ d'éclats successifs, ce qui serait, pensent-ils, une présomption en faveur d'un travail intentionnel. Dans un de nos éclats une des sur-

(1) M. Van Bastelaer a cité un fait semblable dans une des séances de la Société d'anthropologie de Bruxelles : " Vers la Bruyère, aux Hayes de Marcinelle, j'ai retiré du sol un bloc de silex éclaté, en quelque sorte écaillé à la manière d'un oignon de lis. J'ai pu remettre en place tous les éclats et reconstituer le bloc. Or, parmi ces éclats, plusieurs ressemblaient d'une façon remarquable à ce que l'on est convenu d'appeler des instruments de pierre. " *Matériaux*. Avril 1887, p. 163.

faces de rupture présente trois facettes, qui ont laissé leur empreinte en creux dans le nucléus sur lequel elles s'emboîtent. On dirait des facettes obtenues par percussion. L'illusion serait complète sans l'empreinte en creux.

Il faut remarquer aussi que ces nucléus n'ont pas été remaniés depuis qu'ils se sont formés ; autrement les éclats ne seraient pas restés en place. C'est donc à des pressions dans le sol, plutôt qu'à des chocs, qu'il faut les attribuer; ce qui n'a pas empêché les conoïdes de se former, comme s'il y avait eu percussion.

Ce que j'ai constaté en Mâconnais s'est passé ailleurs, partout où le sol renferme naturellement des silex. MM. Cazalis de Fondouce, d'Ault du Mesnil, Lottin, Gaillard, Hardy ont fait des observations semblables en Sologne, dans le Morbihan, dans la Somme, dans Seine-et-Marne, dans Seine-et-Oise, dans la Seine-Inférieure. MM. de Munk, Delvaux, Van Bastelaer ont entretenu la Société d'anthropologie de Bruxelles de leurs observations sur les cassures naturelles du silex (1). M. Cels a présenté à la même société des éclats de silex provenant de l'étage landénien (éocène inférieur) des environs de Spiennes. Ils présentent des apparences de taille ; mais leur âge géologique ne permet pas de les attribuer à l'homme (2). C'est la confirmation de ce que j'ai observé en Mâconnais.

Voilà, me semble-t-il, des faits qu'il est bon de méditer en face des silex d'Otta, du Puy-Courny et de Thenay.

Remarquons que dans ces localités les silex abondent naturellement; qu'ils y ont été amenés par des causes mécaniques plus ou moins puissantes ; qu'en Beauce, l'argile à silex s'est trouvée, comme en Mâconnais, soumise à des phénomènes éruptifs et hydrothermaux. En voilà assez pour expliquer les effets qui, depuis vingt ans, tiennent en éveil la curiosité des observateurs.

(1) Consulter : *Matériaux*, 1881, p. 474 ; — 1885, p. 385 ; — avril 1887, p. 161.
(2) *Bullet. Soc. d'anthropologie de Bruxelles*, t. VI, séance du 26 sept. 1885. Voir aussi *Revue des quest. scientif.*, 1888, t. XXIV, pp. 270 et 381.

Pour être en droit d'affirmer la réalité d'un travail intentionnel d'après les cassures du silex, il faudrait montrer beaucoup de pièces bien caractérisées répondant à un but bien déterminé, rassemblées en grand nombre dans un même lieu où le silex n'existe pas naturellement, et où l'hypothèse d'une action naturelle, physique ou mécanique, doit être écartée. Cette preuve n'a pas été faite, et je crois rester dans les limites de la méthode d'observation en déclarant que jusqu'à présent aucun fait décisif ne peut être invoqué en faveur de l'existence de l'homme à l'époque tertiaire.

Je ne suis d'ailleurs pas le seul à soutenir cette opinion. Il se produit, depuis quelque temps, une réaction dans ce sens. Des savants qui avaient cru d'abord à l'homme tertiaire émettent maintenant des doutes à son endroit. « Les traces irrécusables de nos ancêtres tertiaires sont encore à trouver », écrivait M. Cartailhac dans les *Matériaux* (1). « Il me paraît plus prudent et plus scientifique d'attendre de nouvelles découvertes avant de se prononcer », ajoutait M. E. Chantre, dans la même revue (2).

C'est aussi à cette conclusion qu'est arrivé M. le Mis de Nadaillac dans son beau travail sur l'homme tertiaire. « Je ne puis à coup sûr affirmer l'existence de l'homme tertiaire, dit-il ; je ne prétends pas la nier. Elle n'est pas actuellement prouvée (3). » Je citerai encore les noms de MM. Alexandre Bertrand (4), l'abbé Hamard (5), d'Ault du Mesnil (6), Cazalis de Fondouce, Cotteau, Evans, Villanova (7), qui, en mainte occasion, se sont prononcés dans le même sens.

(1) *Matériaux*. Avril 1885, p. 189.
(2) *Ib*. Avril 1885, p. 188.
(3) *L'homme tertiaire*. Paris, Masson, 1885, p. 54.
(4) *La Gaule avant les Gaulois*. Paris, Leroux, 1884.
(5) *L'homme tertiaire*, dans Rev. des quest. scientif., janvier et avril 1879.
(6) *Matériaux*. Juin 1885, p. 241.
(7) *Congrès internat. d'anthrop*. Lisbonne, 1880. *Compte rendu*, pp. 96 et suiv.

VI

Je n'ai pas examiné toutes les objections que l'on peut faire à la théorie de l'homme tertiaire. Nous n'avons interrogé jusqu'à présent que la géologie et l'archéologie.

La biologie soulève aussi de grosses difficultés. Est-il admissible que l'homme date d'une époque où les différents ordres de mammifères étaient à peine ébauchés, et qu'il ait traversé sans changements cette longue période tertiaire pendant laquelle les formes animales ont subi de si grandes transformations? La plupart des paléontologistes se prononcent pour la négative. Cependant M. de Quatrefages croit possible l'existence de représentants de notre espèce, dès le milieu ou le début de l'époque tertiaire (1). Il estime que l'homme est un être exceptionnel, capable, grâce à son intelligence et à son industrie, d'opposer aux influences des milieux une force de résistance et d'adaptation que les animaux n'ont pas. C'est parfaitement vrai pour l'homme civilisé moderne. Mais il me semble qu'il faudrait supposer à l'homme tertiaire une industrie bien avancée pour qu'il ait pu se soustraire si complètement aux influences des milieux. Et puis M. de Quatrefages n'a jamais eu la pensée d'attribuer à l'influence des milieux autre chose qu'une action très limitée. Quand on considère l'histoire de la vie pendant les temps tertiaires, il ne s'agit plus seulement de modifications légères, telles que les comporte la formation des races nouvelles. Ce sont les espèces et les genres eux-mêmes qui se modifient. Tout a marché, tout a changé suivant une loi providentielle dont les causes secondes nous sont inconnues, et l'on supposerait *à priori* que l'homme seul, faisant exception à tout ce qui l'entoure, a pu rester stationnaire sur le grand chemin

(1) Quatrefages. *L'espèce humaine*. Paris, 1878, p. 113; *Hommes fossiles et hommes sauvages*. Paris, 1884, p. 90; *Introduction à l'étude des races humaines*. Paris, 1887, ch. VI.

de la vie! Que l'on soit ou non transformiste, on ne peut méconnaître que les êtres se succèdent dans le temps suivant un ordre logique qui est la base philosophique de toutes nos connaissances paléontologiques. Tout l'effort de la science consiste à reconstruire cet ordre, ce plan idéal, à mettre chacun des êtres qui ont vécu dans le passé à la place exacte qui lui convient.

L'homme doit avoir, lui aussi, sa place logique dans la création. Il est le plus parfait des mammifères. Il est venu le dernier comme un magnifique couronnement de l'œuvre divine. Or les mammifères ont reçu leur complet développement pendant le cours des temps tertiaires. C'est donc au plus tôt à la fin de cette période qu'il faudrait chercher les traces de sa première apparition. Ces traces certaines, indiscutables, nous ne les avons pas trouvées. Quant à l'homme éocène ou même miocène, ce serait un véritable anachronisme. Voilà pourquoi l'on a inventé la théorie du précurseur.

Cependant, disent les partisans de l'homme tertiaire, si l'on trouve l'homme répandu partout, à l'époque quaternaire, c'est qu'il est beaucoup plus vieux dans le monde. L'existence de races déjà très différenciées à l'époque quaternaire suppose, ajoute-t-on, une longue période antérieure, pendant laquelle les races ont acquis leurs caractères particuliers sous l'influence des milieux. Enfin, on fait remarquer que l'industrie quaternaire révèle déjà une habileté remarquable dans l'art de tailler le silex, et qu'il faut, par conséquent, chercher les débuts de cette industrie plus loin que le quaternaire.

C'est ce qui a inspiré la séduisante hypothèse anthropologique de M. de Quatrefages.

On ne peut, dit-il, admettre le cosmopolitisme originel de l'homme. Ce serait en opposition avec ce qui existe chez tous les êtres organisés. Plus un animal s'élève dans l'échelle des êtres, plus son centre d'apparition se restreint. L'homme primitif ne dut pas être naturellement

plus cosmopolite que les singes anthropomorphes, par exemple, tous cantonnés dans quelques provinces de l'Asie ou de l'Afrique. Une à ses débuts, l'espèce humaine n'est arrivée à former des races si diverses qu'après beaucoup de temps et de grands changements de milieu. Ces conditions se trouvent remplies, si l'on admet que l'homme a vécu aux temps tertiaires et qu'il est parti d'un point unique à cette époque pour se répandre à travers le monde.

Où placer ce point de départ ? L'étude des langues et des populations actuelles semblerait indiquer le plateau central de l'Asie, autour duquel se trouvent groupés les types fondamentaux des races et des langues humaines. Le groupement fortuit de ces différents types serait bien extraordinaire, s'ils avaient pris naissance loin de là.

Mais cela n'explique pas comment on vit arriver en Europe, à l'époque quaternaire, des populations accompagnées des animaux qui vivaient à l'époque tertiaire en Sibérie, tels que le mammouth et le rhinocéros à toison ; comment le globe, jusque là désert ou à peu près, semble se peupler tout à coup.

Or on sait qu'à l'époque tertiaire le renne, le mammouth, le rhinocéros vivaient en Sibérie sous un climat tempéré. L'homme a donc pu y vivre aussi. Cette probabilité, ajoute M. de Quatrefages, devient une hypothèse très vraisemblable quand on examine les faits connus de l'histoire primitive de l'homme. Elle les coordonne et les explique.

L'homme prend naissance dans les régions boréales. Sa nourriture est d'abord végétale. Il se contente de la cueillette des fruits. Puis il attaque les grands animaux et devient chasseur. Les nécessités de cette vie nouvelle l'obligent à occuper de grands espaces. C'est alors que prennent place ses migrations en Europe et en Amérique, et qu'il laisse ses traces à Castenedolo, à Monte Aperto, au Puy-Courny, dans la Sierra Nevada, etc.

Puis, quand vinrent les froids glaciaires, les tribus restées au pays d'origine émigrèrent en masse avec les animaux herbivores. Elles marchèrent dans la direction du soleil et furent arrêtées par le massif central de l'Asie, y séjournèrent longtemps, s'y mêlèrent ou s'y juxtaposèrent aux populations qui les y avaient précédées. « Le milieu fit son œuvre, et cette région devint ainsi, non pas le centre d'apparition de l'espèce, mais le centre de formation ou de caractérisation des types ethniques fondamentaux de l'époque actuelle (1). »

Cette brillante hypothèse anthropologique repose sur des faits qui sont loin d'être établis. Il n'existe aucune preuve certaine de l'existence de l'homme en Sibérie à l'époque tertiaire. Le Cte Ouwarof, auteur de belles recherches sur le préhistorique de la Russie, estime que l'homme n'y apparaît sûrement qu'après l'époque glaciaire. Il cite une seule station paléolithique, à Irkoutsk, dans une couche de lehm, avec le mammouth, le renne, le cerf, le bœuf et le cheval. Mais à quel âge faut-il la rapporter? Nous venons de voir que les prétendues migrations humaines, dans l'extrême Occident, dès l'époque tertiaire sont très discutables. Il est bien peu admissible que des hommes fuyant le froid polaire se soient dirigés vers le massif central, alors couvert de glaciers. Les traces certaines de l'homme en Europe datent de la fin de l'époque glaciaire, au plus tôt. Il n'y est arrivé qu'après le mammouth et le rhinocéros et avant la faune boréale, qui ne s'y est réellement propagée que bien plus tard, à l'époque du renne. Qui pourrait dire d'où venait le premier colon de l'Europe? Le plateau central, qui fut le point de départ de toutes les grandes migrations historiques, n'a-t-il pas joué un rôle analogue aux temps primitifs, alors que l'invasion des neiges et des glaces quaternaires refoula ses premiers habitants dans les

(1) Quatrefages. Introduction. *L'étude des races humaines*, ch. v et vi.

plaines environnantes? Le lehm, qui couvre toute cette région d'un épais manteau, nous révélera peut-être un jour le secret de ces grands événements sans histoire, dont le plateau central, un des plus vieux monuments géologiques du globe, fut le témoin.

Quoi qu'il en soit, l'époque quaternaire fut certainement d'assez longue durée, surtout si l'on y comprend l'immense période qui vit la grande extension des glaciers, pour servir de cadre aux débuts de l'humanité, à la formation des races et aux premières migrations.

Quant à l'argument tiré de l'industrie, je ferai remarquer que l'homme quaternaire a dû trouver à la surface du sol, partout où il y avait des roches siliceuses, toute espèce d'éclats naturels, sous la forme de lames, de racloirs, de perçoirs, de pointes de types variés. La nature lui fournissait des modèles. Il n'eut qu'à s'en servir d'abord, puis à les imiter, et cela est si vrai que lorsque les archéologues rencontrent ces types à l'état erratique, ils sont souvent embarrassés pour décider s'ils sont naturels ou artificiels. C'est donc bien une industrie à ses débuts. Quoi qu'il en soit, elle accuse les besoins les plus variés, et l'on y trouve déjà tous les principaux types qui devront entrer dans l'outillage des âges de la pierre. L'homme quaternaire se révèle avec une intelligence à la hauteur de ses besoins et digne de ses hautes destinées. En pourrait-on dire autant de l'homme tertiaire, si l'on en jugeait par les silex informes que l'on nous donne comme la mesure de son intelligence? Nous attendrons pour nous prononcer que ses partisans lui aient constitué un état civil plus régulier.

ADRIEN ARCELIN.

LES STATIONS ZOOLOGIQUES

DES BORDS DE LA MER

La zoologie s'occupe aujourd'hui de plus en plus des animaux marins, et on le comprend aisément quand on songe à leur nombre, à la variété considérable qu'ils présentent dans leurs formes, leur organisation, leur développement, leurs métamorphoses, leurs mœurs, et aux problèmes nombreux et intéressants de biologie à la solution desquels ils peuvent contribuer.

Pendant longtemps on se contentait de les étudier à l'aide de spécimens conservés dans l'alcool ; mais, comme ils sont alors décolorés et contractés, ils ne peuvent fournir que des renseignements très incomplets et même erronés. Il importe donc, surtout quand il s'agit d'enrichir la science, d'aller observer les animaux marins dans leur milieu naturel, et d'étudier leur organisation sur des spécimens bien frais. C'est ce qui a été compris par la plupart des nations civilisées ; elles ont établi au bord même de la mer des instituts qui permettent aux naturalistes d'observer en vie, de recueillir, de conserver et d'étudier les

animaux marins. Souvent ces sortes d'observatoires zoologiques sont des annexes des universités ; les savants y vont entreprendre des recherches originales, et les étudiants qui s'adonnent spécialement à la zoologie y vont prendre une connaissance générale de l'organisation du règne animal, notamment des embranchements qui ne sont pas ou ne sont que très peu représentés sur terre et dans les eaux douces, par exemple les Tuniciers, les Vers, les Mollusques, les Échinodermes et les Zoophytes.

Les États-Unis, la Nouvelle-Galles du Sud, la Russie, la Suède, l'Autriche, l'Angleterre, l'Allemagne, la Hollande possèdent des stations zoologiques maritimes ; à Naples il existe un laboratoire célèbre d'un caractère international, entretenu surtout par des capitaux allemands ; la France ne possède pas moins de dix laboratoires, situés sur les bords de la Méditerranée, de l'océan Atlantique, de la Manche et du pas de Calais.

Quant à la Belgique, voici quelle est sa situation en ce qui concerne la zoologie maritime.

Depuis une quarantaine d'années déjà, M. P.-J. Van Beneden, l'illustre professeur de Louvain, possède à Ostende un petit laboratoire particulier, où il a mené à bonne fin beaucoup de ses belles recherches et où sont venus travailler plusieurs zoologistes étrangers, tels que Ehrenberg, Johannes Müller, Max Schultz, Greeff, Lacaze-Duthiers.

Depuis 1881, il existe ou du moins il a existé pendant quelques années à Ostende une station biologique trop modestement installée et outillée ; placée sous la direction de MM. Édouard Van Beneden et Van Bambeke, elle était en quelque sorte une annexe des universités de l'État ; d'excellents travaux y ont été entrepris par des professeurs, assistants et anciens élèves de ces universités ; de plus, les dragages méthodiques effectués grâce au navire *la Belgique*, affecté en temps ordinaire au service hydrographique, ont permis de faire le premier tra-

vail qui doit être exécuté partout où l'on veut fonder une station zoologique, c'est-à-dire, l'étude de la faune; car il est indispensable de savoir quelles sont les ressources zoologiques dont on peut disposer dans la région.

Les résultats de ces premiers dragages ont dépassé l'attente des naturalistes de la station : quoique nous n'ayons pas de grandes profondeurs dans la mer du Nord, quoique les eaux de nos côtes soient constamment troubles et sales, il y a néanmoins une faune assez riche ; on a même trouvé des endroits privilégiés, dit M. Édouard Van Beneden, « où le fond de la mer est littéralement couvert d'une forêt inextricable de spongiaires, d'hydroïdes, d'anémones, d'alcyons, de bryozoaires, de tuniciers et de mollusques acéphales serrés les uns contre les autres, croissant les uns sur les autres, se pénétrant même mutuellement. Au milieu d'eux vivent des quantités innombrables d'annélides libres, de mollusques nus, de turbellariés, de crustacés et de poissons. Cette forêt animale a aussi ses épiphytes, ses oiseaux et ses fauves, et nulle part, ce me semble, la lutte pour l'existence ne doit être plus ardente (1). »

Enfin, récemment, un ancien député, M. de Stuers, soumettait à l'Académie royale le projet de créer à Ostende un aquarium marin qui serait pour le public une source de distractions et qui servirait en même temps les intérêts de la science. Voici comment s'est exprimé M. Van Beneden, de Louvain, dans le rapport qu'il a présenté à l'Académie sur ce projet: « Pendant longtemps on n'a connu que des observatoires pour étudier les phénomènes du ciel ; depuis quelques années, on comprend qu'il n'est pas moins important d'avoir des observatoires pour étudier les phénomènes de la vie, et il est temps que la Belgique, qui possède depuis plus de quarante ans une installation de ce dernier genre établie sur une petite

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1883, n° 11.

échelle, suive l'exemple de ses voisins du midi et du nord.

» Du reste, comme le dit M. de Stuers, chaque pays doit connaître ses productions naturelles, et le naturaliste peut, par l'observation, indiquer le moyen d'augmenter les richesses que l'homme tire de la mer.

» Nous ne pouvons donc qu'émettre un avis favorable sur le projet de M. de Stuers de créer un grand aquarium à Ostende, et exprimer l'espoir que ceux qui s'intéressent à la pêche sur le littoral du pays, comme ceux qui ont à cœur le progrès des études biologiques, voudront bien contribuer au succès de cette entreprise (1). »

Ces conclusions ont été adoptées par l'Académie.

Nous pouvons donc espérer que bientôt la Belgique aura aussi son laboratoire zoologique maritime; il y a lieu de s'en réjouir vivement, à la condition toutefois que cette nouvelle création n'entraîne pas la suppression de la place louée par le gouvernement belge à la station de Naples. Ostende, en effet, pourra servir plus fréquemment et à un plus grand nombre de travailleurs, mais ne pourra jamais remplacer Naples, ni par son organisation, ni par la richesse de la faune ; il y faudrait dépenser des sommes considérables avant que les zoologistes y trouvent des ressources semblables à celles du laboratoire de Naples.

Avant de faire connaître quelques types de laboratoires de zoologie maritime, il n'est pas inutile de répondre à quelques questions : A quoi bon ces installations qui sont relativement récentes? Avant qu'elles existassent, n'y avait-il pas des zoologistes éminents? N'ont-ils pas fait, même sur les animaux marins, des travaux tellement sérieux qu'on les consulte encore avec fruit?

D'abord, à quoi bon tous ces laboratoires? C'est une question qui se pose tout naturellement dans le temps

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, nº 7, 1888.

d'utilitarisme où nous vivons. A dire vrai, la très grande majorité des recherches zoologiques n'ont pas d'applications immédiatement réalisables ; mais combien de fois n'a-t-on pas vu, dans l'histoire des sciences, des faits en apparence insignifiants ou indifférents conduire soit à une théorie précieuse, soit à des applications importantes ! La photographie ne vient-elle pas de la propriété qu'ont certains composés d'argent de noircir à la lumière ? La télégraphie électrique n'était-elle pas en germe dans la grenouille de Galvani ? L'étude des germes vivants qui voltigent dans l'air n'a-t-elle pas conduit à la méthode si précieuse des pansements antiseptiques ? La connaissance des maladies parasitaires ne repose-t-elle pas sur des études purement zoologiques ?

D'ailleurs, parmi les animaux que les naturalistes observent et dissèquent au bord de la mer, il en est qui sont directement utiles, tels que le hareng, la sardine et beaucoup d'autres poissons, le homard, la langouste, la crevette, l'huître, la moule, le corail, l'éponge, etc. Déjà dans plusieurs pays on a tiré un grand profit financier des études biologiques entreprises sur des animaux marins alimentaires, et on peut espérer qu'à l'avenir ce côté utilitaire des observatoires zoologiques ne fera que s'étendre.

Avant l'installation de laboratoires permanents, les naturalistes qui voulaient étudier les organismes marins d'une façon approfondie ne pouvaient le faire qu'en sacrifiant beaucoup de temps et d'argent, et presque toujours ils devaient travailler dans des conditions d'une difficulté décourageante. J'emprunte quelques souvenirs sur cette période à une intéressante conférence de M. de Lacaze-Duthiers, professeur de zoologie à la Sorbonne, l'un des plus intrépides fondateurs de stations zoologiques maritimes (1).

En France, Cuvier est le premier qui entreprit des études

(1) *Revue scientifique*, 11 et 18 août 1888.

zoologiques au bord de la mer ; pendant la Terreur, il était précepteur dans une riche famille réfugiée en Normandie ; il consacrait ses loisirs à étudier les animaux de la côte voisine ; c'est là qu'il prépara ses célèbres mémoires sur les mollusques, qui préludèrent à son grand ouvrage sur le règne animal.

Plus tard deux de ses élèves, Audouin et Milne Edwards, devenus eux aussi des maîtres renommés, entreprirent la description zoologique des côtes de France ; accompagnés de Mmes Audouin et Milne Edwards, ils allaient s'établir dans les coins les plus sauvages, et passaient parfois de longs mois au milieu des carriers taillant le granit, et des brûleurs de goémons faisant des cendres à soude. Un peu plus tard, MM. Milne Edwards, de Quatrefages et Blanchard font une exploration zoologique, restée célèbre, de la Sicile ; désormais le branle est donné ; tous les zoologistes de renom se mettent en quête d'une localité dont la faune soit riche, et vont s'y installer pour quelques mois, tant bien que mal, souvent fort mal.

M. de Lacaze a passé deux étés dans une petite bourgade, près de Saint-Malo. Il dut s'installer chez un cabaretier ; en guise d'aquarium, il disposait de la buanderie où il pouvait répandre de l'eau à profusion. Quant à la société, elle ne consistait guère qu'en un ménage de vieux pêcheurs dont, grâce à des *mocques* de cidre et à quelques pourboires, M. de Lacaze avait gagné la confiance ; elle lui était très précieuse, car le pêcheur lui donnait des indications pratiques très exactes sur la nature et la richesse zoologique des différents points de la côte. Seule, la femme était plus méfiante ; elle craignait que M. de Lacaze ne cherchât à surprendre leurs secrets de pêche, et maintes fois elle lui disait : « Ah ! bonne fé, mossieu Henri, vous ne faites pas ça pour rien, vous êtes du gouvernement. »

A Bonifacio, en Corse, M. de Lacaze devait monter dans sa chambre par une échelle, en s'aidant d'une corde.

Une autre fois, à Saint-Quay (Côtes-du-Nord), M. de Lacaze s'était établi chez une épicière qui s'était décidée, pour faire honneur à son hôte, à louer une façon de cuisinière ; mais le naïf cordon-bleu, effrayée par la vue des microscopes de notre naturaliste, le prenait pour un sorcier ; ce qui l'empêchait, disait-elle, de réussir les crêpes épaisses de sarrasin qui faisaient le fond le plus solide des menus.

A cette période appartiennent aussi plusieurs zoologistes éminents de différents pays, tels que Müller, Gegenbaur, Claparède ; eux aussi se livraient à des explorations zoologiques, à grands frais et, ordinairement, dans des conditions très pénibles.

Aujourd'hui, au contraire, que de facilités il y a, relativement, pour le zoologiste qui veut étudier les animaux de la mer ! Supposons qu'il désire travailler à l'excellent laboratoire de Roscoff (Finistère) ; en partant le soir de Paris, il peut être installé le lendemain devant une table munie de tous les instruments et réactifs nécessaires ; s'il a pris la précaution d'informer le directeur de la station de la nature des animaux qu'il se propose de disséquer, il les trouvera dès son arrivée, pêchés depuis quelques heures, conservés en pleine vie dans des aquariums. Un zoologiste belge peut arriver encore plus vite à Wimereux, excellent laboratoire, très hospitalier, situé sur le pas de Calais, près de Boulogne.

Voyons maintenant quelques observatoires zoologiques. Celui des Hollandais appartient à un type tout spécial ; il a été fondé en 1876, grâce à l'initiative de la Société de zoologie des Pays-Bas, qui a fait appel non seulement à la générosité de l'État, mais encore à celle des sociétés savantes et des particuliers. Comme les plages de la Hollande sont sablonneuses et ne présentent que des pentes peu rapides, la faune des côtes y est relativement pauvre ; aussi, au lieu de créer une station permanente, la

Société de zoologie a préféré un établissement facile à déplacer, permettant d'explorer successivement les différentes parties du littoral ; c'est pourquoi il est construit complètement en bois et avec un tel soin qu'on peut le démonter et le remonter en moins de trois jours ; en 1876, la station « volante » était installée près de la ville du Helder ; la deuxième année elle était à Flessingue, et les années suivantes à Bergen-op-Zoom. Elle se compose d'un bâtiment principal long de 8 mètres, large de 5, bien éclairé ; à l'intérieur se trouvent des tables de travail, des armoires, des aquariums, des engins de pêche ; il y a aussi une petite bibliothèque contenant quelques périodiques et les principaux ouvrages sur la faune marine ; du reste, chaque travailleur peut se faire envoyer les livres qui lui sont nécessaires, soit de la Société zoologique, soit de l'une des universités hollandaises.

La construction de la maison en bois a coûté 5500 francs, une somme supplémentaire de 6000 francs a été consacrée à l'achat du mobilier, des aquariums, des engins, des instruments, des réactifs, etc. L'établissement ne possède pas d'embarcation ; mais, deux fois par semaine, le ministère de la marine met une chaloupe à vapeur à sa disposition, ce qui permet aux naturalistes de draguer à une certaine distance des côtes.

Malgré cette organisation modeste et peu coûteuse assurément, la station a permis d'élaborer d'importants mémoires ; les naturalistes qui l'ont fréquentée ne se sont pas cantonnés exclusivement dans les travaux purement scientifiques ; mais certains d'entre eux ont encore eu un but pratique des plus louables, celui de fournir aux ostréiculteurs des données aussi complètes que possible sur l'anatomie, le développement, les ennemis et les maladies de l'huître, et une fois de plus des recherches purement scientifiques se sont traduites par des bienfaits matériels ; c'est ainsi que, depuis la fondation du laboratoire, les localités de Kruiningen (Zélande) et de Bergen-op-Zoom

(Brabant septentrional) ont exporté des huîtres pour une valeur d'environ trois millions de francs.

Passons à la Grande-Bretagne. L'université d'Aberdeen, en Écosse, possède depuis 1879, comme dépendance, un laboratoire en bois qu'on déplace aisément chaque année ; il a été construit et outillé grâce à des souscriptions volontaires.

L'Angleterre possède depuis quelques années plusieurs petits observatoires zoologiques maritimes, et il vient de s'y ouvrir solennellement une station digne, paraît-il, de rivaliser avec celle de Naples ; il ne sera pas sans intérêt d'en esquisser l'historique ; on y reconnaîtra le très louable esprit d'initiative qui caractérise les Anglais.

En 1883, il s'est ouvert à Londres une exposition internationale des pêcheries, qui a été fort appréciée à la fois par les spécialistes et par les profanes. Un des meilleurs zoologistes d'Angleterre, le professeur Ray Lankester, a profité de la vogue de cette exhibition pour attirer l'attention du peuple anglais sur l'importance de ses pêcheries et lui signaler l'insuffisance des données scientifiques que l'on possède actuellement sur les animaux marins alimentaires. A son appel, une assemblée se réunit, en 1884, dans les locaux de la célèbre Royal Society de Londres, et là le duc d'Argyll proposa de fonder une *Association biologique marine.* Immédiatement cette nouvelle société se constituait sous le haut patronage du prince de Galles, et bientôt elle disposait d'un capital considérable, grâce aux subventions de l'État, des universités, des sociétés savantes, des corporations, et aux cotisations de ses nombreux membres. Comme siège de son principal laboratoire de recherches, l'Association a choisi Plymouth, parce que la faune y est très riche et que c'est un centre de pêche très important.

L'emplacement de la station, très vaste, a été donné par le département de la guerre ; indépendamment d'une longue salle qui peut recevoir 14 travailleurs, le bâtiment

contient encore un laboratoire pour les expériences de physiologie, un autre pour les opérations de chimie, une bibliothèque, des chambres réservées aux naturalistes qui poursuivent des recherches personnelles, et une série d'appartements pour le directeur, les domestiques et le mécanicien.

Dans l'installation hydraulique, on remarque surtout deux réservoirs pouvant contenir chacun 50 000 gallons d'eau de mer ; de ceux-ci, l'eau est dirigée par des pompes à vapeur vers les aquariums, dans lesquels elle pénètre sous une forte pression, entraînant avec elle une quantité d'air considérable ; aussi tous les animaux qu'on y a introduits jusqu'à présent prospèrent-ils parfaitement.

Le coût total de la construction, de l'ameublement et des machines a été d'environ 312 000 francs.

La station ne possède pas encore d'embarcation à vapeur ; mais la commission directrice a fait un appel aux amis de l'Association biologique marine, et sans aucun doute les fonds nécessaires seront rapidement réunis.

Plus que tout autre établissement analogue, la station de Plymouth doit poursuivre un but pratique ; car elle reçoit du gouvernement un subside annuel de 12 500 fr. à la condition expresse que les naturalistes qui y sont employés se livrent à des études pouvant profiter aux pêcheries nationales. Il y a beaucoup à faire dans cette direction ; en effet, tandis que l'agriculture a su profiter largement des données de la science pour mieux cultiver la terre et mieux élever le bétail, la pisciculture, elle, est restée stationnaire ; on ne sait pas encore grand'chose de ce qui concerne les mœurs, les besoins, la nourriture, et les ennemis des poissons alimentaires ; on ne s'est guère occupé de les élever, de leur créer des viviers où ils puissent se nourrir convenablement et se reproduire avantageusement. Cependant il est temps qu'on se préoccupe de ces problèmes, car en Angleterre, comme en d'autres

pays, on constate depuis quelques années que les soles, les harengs et les sardines deviennent de plus en plus rares.

A Plymouth on étudiera aussi sans tarder la question des appâts qu'il convient d'employer pour la pêche à la ligne dans la mer ; on sera probablement amené à élever spécialement des espèces qui constituent d'excellents appâts, notamment la moule et un autre mollusque, la patelle. Quelques chiffres permettront d'apprécier l'importance d'une telle étude : le seul port d'Eyemouth, où il n'y a d'ailleurs que 28 bateaux de pêche, a consommé, d'octobre 1882 à mai 1883, 620 tonnes de moules (47 millions d'animaux environ), ayant coûté 45 000 francs ; chaque année, sur les côtes anglaises, on emploie des moules pour plusieurs millions en guise d'appâts. Déjà Plymouth a produit des résultats importants pour la pisciculture. M. J. T. Cunningham s'y est occupé avec succès, alors que le laboratoire n'était pas encore complètement outillé, des mœurs, de la reproduction et du développement de plusieurs poissons tels que le hareng, la sardine, la sole, le maquereau, le congre ; un autre naturaliste s'y est consacré, et non sans fruit, à la biologie du homard.

Passons aux laboratoires français. Dès 1881, l'assemblée des professeurs du Muséum demandait au ministère de l'instruction publique la création d'un laboratoire maritime ; comme emplacement on a choisi Saint-Vaast la Hougue, localité située au bord de la Manche, pas trop loin de Paris, et déjà connue par les recherches de MM. Henri et Alphonse Milne Edwards, Audouin, de Quatrefages, Claparède, Grube, Jourdain, et de plusieurs botanistes.

Les installations définitives permettront à 18 chercheurs de travailler dans d'excellentes conditions.

La pisciculture et l'ostréiculture qui a pris une grande importance à Saint-Vaast depuis quelques années, profite-

ront certainement de la présence du laboratoire ; de son côté, celui-ci trouvera dans les parcs abandonnés une multitude d'espèces intéressantes qui y prospèrent à l'envi.

Indépendamment de son laboratoire de Paris, la Sorbonne possède deux stations maritimes, l'une pour l'été, dans le nord, à Roscoff, l'autre pour l'hiver, à Banyuls, dans le midi de la France ; toutes deux sont dues aux efforts persévérants de son professeur de zoologie, M. de Lacaze-Duthiers ; celle de Roscoff a été ouverte en 1872, celle de Banyuls en 1881.

Roscoff, ou Rosco, est une petite ville située dans le département du Finistère, non loin de Saint-Pol-de-Léon ; elle est remarquable par quelques curiosités archéologiques ; ainsi on y voit une chapelle, actuellement en ruines, construite en 1548 sur les ordres de Marie Stuart, à la place où elle débarqua quand elle vint en France pour célébrer ses fiançailles avec François II. Dans les environs de Roscoff, on rencontre encore des dolmens bien conservés ; près de la côte, se dressent çà et là des tas de coquillages provenant de différentes espèces qu'on mange encore aujourd'hui, telles que Patella, Cardium, Venus, Mytilus ; ils sont mêlés de fragments de poterie qui portent souvent des dessins, de charbons, de cendres, d'os et de dents.

Le climat de Roscoff est doux ; jamais l'été n'y est très chaud, l'hiver n'y est jamais froid ; la neige est rare ; malheureusement, vers l'automne, surviennent de violentes tempêtes et des pluies torrentielles, aussi le laboratoire n'est-il guère fréquenté que depuis le commencement d'avril jusqu'à la fin de septembre.

Grâce au voisinage du Gulfstream, les environs de Roscoff sont d'une fertilité incroyable ; le figuier y mûrit ses fruits, et nous avons vu plusieurs de ces arbres d'une dimension surprenante ; toute l'année les champs sont occupés par les légumes les plus variés, notamment par

des artichauts et des choux-fleurs, qu'on expédie en quantités considérables à Paris, à Brest et en Angleterre.

A Roscoff on pêche beaucoup de poissons et de crustacés qu'on dirige surtout vers les marchés de Paris ; Roscoff est rattaché depuis quelques années seulement à la ligne de Paris à Brest par un embranchement qui part de Morlaix.

M. de Lacaze a choisi Roscoff pour plusieurs motifs. D'abord, en raison de son éloignement, cette petite ville est encore loin d'être envahie par les touristes et surtout par les baigneurs ; ce qui n'est pas sans avantage pour les naturalistes, qui ne puisent généralement pas dans le Pactole. Ensuite, cette localité a été explorée maintes fois par le savant professeur de la Sorbonne, ce qui lui a permis de reconnaître la richesse de sa faune. Enfin, à chaque marée il y a là une grève très accidentée, d'une étendue considérable, qui se découvre, permettant ainsi aux naturalistes d'aller surprendre eux-mêmes les animaux que la mer abandonne. La nature de la plage de Roscoff est des plus favorables à l'existence d'une faune variée ; en effet, les rochers granitiques saillants y alternent avec des régions sablonneuses ; de tous côtés on aperçoit des brisants, des îlots et des îles ; la mer s'étend entre ces accidents et forme en quelque sorte des canaux dont la profondeur varie avec le flux et le reflux ; çà et là on rencontre de vastes prairies de varechs ; le sable, la surface, les angles et les creux des rochers, les varechs, abritent les espèces les plus variées.

Primitivement le laboratoire était installé dans une maison louée qui ne pouvait loger que 6 à 8 travailleurs au plus ; un petit bateau, acheté d'occasion, servait aux excursions, et un simple hangar dans un jardin donnant sur la mer abritait les cuvettes et les petits aquariums ; chacun des hôtes de la station travaillait dans sa chambre ; l'établissement ne disposait alors que de 3000 francs par an pour payer la location de la maison et les gages de

deux matelots et pour couvrir tous les autres frais. Puis, d'année en année, grâce à l'administration de l'enseignement supérieur, sollicitée incessamment par M. de Lacaze, les bâtiments ont été considérablement agrandis et les installations améliorées ; actuellement Roscoff est à même de recevoir de nombreux travailleurs, professeurs ou étudiants, Français ou étrangers ; les services que cet établissement a rendus à la zoologie sont considérables.

Donnons une idée de la vie que les chercheurs mènent à Roscoff; c'est sensiblement la même d'ailleurs que dans tous les laboratoires situés au bord des mers qui ont des marées.

Arrive, je suppose, la marée basse ; les eaux quittent la grève sur une étendue considérable. Sous la direction du maître de conférences, les travailleurs quittent le laboratoire ; il convient de se vêtir chaudement et de se chausser d'espadrilles, car il faudra marcher sur le sable mouillé, grimper sur des rochers encore humides et passer dans des ruisseaux ou des flaques ; on emporte bêches et rateaux pour remuer la vase et le sable dans lesquels se réfugient beaucoup d'animaux ; on se munit de marteaux, de ciseaux et de leviers pour faire sauter les fragments de rocher et pour retourner les grosses pierres, car leur face inférieure cache ordinairement beaucoup d'espèces et des plus curieuses ; tous emportent des seaux de toile avec des bocaux pour y déposer les produits de la « chasse ». Il importe de tout examiner très attentivement et de profiter des indications du maître de conférences ou du préparateur ou encore du gardien du laboratoire, l'habile Marty, bien connu de tous ceux qui sont allés à Roscoff. Sur les plages sablonneuses on aperçoit de nombreux tortillons de sable, qui correspondent aux endroits où sont enfouis des annélides et des holothuries, peut-être même le Balanoglossus, cet animal énigmatique, si rare et hélas ! si fragile, qui à lui seul forme une classe, sinon un embranchement du règne animal ; ailleurs on remarque l'entrée

de tubes parcheminés qui sont habités par une annélide intéressante ; avec quelque habitude, on parvient à déterrer tous ces animaux sans trop les endommager ; ailleurs on rencontre des annélides errantes, des mollusques, des étoiles de mer, de nombreuses espèces de crabes, des ascidies fixées aux rochers ; parfois on voit, devant une anfractuosité de rocher, de petits amas de coquillages vides ; ce sont les restes des repas d'une pieuvre, et très souvent la main qu'on introduit dans la cavité en retire le vorace mollusque.

Les bocaux sont bien vite remplis et d'ailleurs la marée monte ; aussi faut-il quitter la grève, malgré les séduisantes captures qu'on pourrait encore faire. De retour au laboratoire, on examine, on dissèque ; beaucoup de spécimens sont mis en réserve dans un grand vivier ou dans les aquariums ; une partie de la chasse est conservée par le personnel du laboratoire pour le service des expéditions aux facultés et aux savants de Paris, des départements ou de l'étranger.

Les jours suivants on fait des excursions semblables dans d'autres directions, et l'on rencontre des séries d'espèces très différentes.

Quand vient l'époque des grandes marées, l'espace qui se découvre est notablement plus considérable, et les expéditions fournissent des formes complètement différentes des précédentes. Alors seulement on peut aborder un groupe de rochers dont les navires ne s'approchent jamais, tant la mer y est redoutable ; il s'y trouve une grotte spacieuse, littéralement pavée et tapissée d'animaux sédentaires qui lui donnent un aspect véritablement féerique : anémones de mer d'un blanc de neige ou d'un rouge de pourpre ; ascidies jaune-soufre, vertes, bleues, violettes ou roses, groupes d'ascidies transparentes comme le cristal, éponges et alcyonaires d'une splendide teinte orangée, sans compter des algues purpurines admirables.

Quand survient, au contraire, le temps des mortes-eaux,

la récolte des animaux ne chôme pas pour cela ; car heureusement le laboratoire dispose de plusieurs embarcations qui permettent d'aller en pleine mer. Elles servent aussi en temps ordinaire ; primitivement il n'y en avait qu'une, achetée de rencontre ; actuellement il y en a trois, faciles à manœuvrer et capables de tenir la mer par des temps assez forts ; elles s'appellent *la Laura*, *la Molgule* et *le Dentale*. La Molgule est petite et marche à la rame, les autres sont à voiles. Le Dentale a 5 tonnes et demie et la Laura en a 3 et demie. Pour la manœuvre, il y a deux hommes qui forment le personnel permanent du laboratoire, puis au gouvernail se tient Marty, gardien de l'établissement en même temps que patron des embarcations. Marty est un des hommes les plus précieux pour les habitants du laboratoire, et non seulement il est très habile fureteur sur la grève, mais encore il est très expert dans le maniement du scalpel et du microscope.

Pendant les excursions faites en pleine mer, on lance la *drague* sur le fond. Cet instrument consiste en un cadre de fer, très lourd et très solide, dont la partie inférieure est tranchante, et auquel est fixé un filet en forme de poche. Il est attaché par une longue corde à l'arrière du bateau, et, pendant que celui-ci vogue à pleines voiles, la drague racle le fond de la mer, arrache les corps qu'elle y rencontre et les jette dans le filet ; de temps à autre on relève la drague pour la débarrasser de son contenu.

Pour la recherche des animaux qui vivent sur le fond, le *faubert* ou engin des pêcheurs de corail d'Afrique, légèrement modifié, rend de grands services, à la condition d'être bien manié, ce qui demande une certaine habitude. Il consiste en deux barres de bois, un peu plus longues qu'un mètre, assemblées en croix et lestées par une masse de plomb attachée à l'intersection ; à chacun des quatre bras est fixé un long paquet de cordes détordues ou de filets. On suspend cet instrument à un câble,

puis on le laisse descendre sur le fond, et il s'agit de le diriger de telle sorte que les cordons s'accrochent aux inégalités du sol, s'engagent dans les anfractuosités, s'entortillent autour des objets qui s'y trouvent, les arrachent et les entraînent.

On utilise aussi différentes sortes de filets.

Les expéditions sur la grève sont surtout profitables aux étudiants qui viennent à Roscoff pour préparer un examen ou acquérir des connaissances générales sur la faune marine.

Quant aux naturalistes qui vont y entreprendre une étude déterminée, ils s'abstiennent généralement d'y prendre part; le personnel du laboratoire est chargé de leur fournir les spécimens qu'ils désirent, aussi peuvent-ils éviter de grandes pertes de temps.

Pour garder longtemps en vie les animaux, la station de Roscoff dispose d'un vivier construit sur la grève, tout près des bâtiments. C'est un vaste espace, en fer à cheval, fermé par un mur haut de 8 mètres; les eaux y pénètrent à marée haute et sont ensuite retenues par des vannes; on y laisse flotter un certain nombre de caisses en bois à claire-voie dans lesquelles vivent différentes espèces d'animaux. C'est dans le vivier aussi qu'on met les gros animaux, poissons et autres, qui seraient trop à l'étroit dans les aquariums; enfin, il met à l'abri des alternatives et des intermittences de la marée la pompe qui sert à renouveler l'eau des aquariums.

Une autre annexe très utile, c'est le « parc ». Il consiste en un vaste espace enclos d'un mur, situé à quelque distance de la station et abordable par toutes les marées. Là les plantes végètent librement et les animaux sont abandonnés à eux-mêmes; jamais les pêcheurs n'y vont déplacer les pierres, opération qui décime cruellement certaines espèces; jamais les habitants de Roscoff n'y vont couper les goémons, qui abritent tant de formes curieuses. Aussi le parc est-il une réserve très précieuse pour les

besoins urgents, pour les jours de disette et pour les envois qu'on fait en hiver.

Les savants qui sont occupés à élucider un point particulier s'installent dans des chambres, où ils trouvent de petits aquariums pour conserver en vie les animaux ou pour abriter les œufs et les larves en cours de développement, des bacs à dissection, des microscopes avec tous les accessoires, des microtomes pour faire des coupes minces destinées à l'examen microscopique, des réactifs, des appareils à injection, etc.

Quant aux élèves des hautes écoles, ils travaillent ensemble dans quelques salles communes, où ils trouvent tout ce qui est nécessaire pour dessiner, écrire, disséquer et examiner au microscope; le maître de conférences et le préparateur leur font périodiquement des conférences.

La station possède une bibliothèque, un herbier des algues marines du voisinage, l'annuaire des marées et d'excellentes cartes de la grève. Il y a aussi une collection des animaux qu'on trouve à Roscoff et dans les environs ; elle permet de déterminer exactement les espèces auxquelles appartiennent ceux qu'on rapporte des excursions.

On peut juger, par cet exposé très sommaire, combien la station de Roscoff est convenablement outillée à l'heure actuelle. Et cependant, malgré ces avantages, tout y est gratuit. Le naturaliste qui travaille à Roscoff ne paie rien pour le service des embarcations et des engins, rien pour les animaux qu'on lui apporte, rien pour les instruments de travail. Il y a plus : pendant chaque saison, une quinzaine de chercheurs sont logés, éclairés et servis gratuitement, avantages fort appréciés par beaucoup d'aspirants zoologistes. Gratuits encore, sauf les emballages, les bocaux et le port, sont les envois d'animaux que l'on fait, pendant tout le semestre d'hiver, aux universités de la France et des pays étrangers ; grâce à cette mesure excellente, on peut faire observer, dessiner et disséquer des spécimens très frais, appartenant aux

espèces les plus variées que les étudiants ne connaissaient, il y a quelques années encore, que par de méchants exemplaires de musée, conservés religieusement loin des yeux et surtout loin des mains et des scalpels.

Grâce aux ressources de la faune et à l'organisation généreuse de son laboratoire, Roscoff est de plus en plus fréquenté; en 1872, il s'ouvrait avec 3 travailleurs; il y en avait 4 en 1873, 8 en 1874, 13 en 1875, 17 en 1878, 21 en 1879, 27 en 1880; en août 1887, il y avait en même temps 25 travailleurs, dont 15 étaient logés dans le laboratoire. Parmi les naturalistes qui ont séjourné à Roscoff, il y a de nombreux étrangers, Anglais, Suisses, Belges, Hollandais, Roumains, Égyptiens, Grècs et Russes, et la station est aussi hospitalière à leur égard que pour les nationaux.

Non content de Roscoff, M. de Lacaze voulait, depuis longtemps déjà, fonder une station sur les bords de la Méditerranée; il finit par choisir la petite ville de Banyuls, située dans le département des Pyrénées-Orientales. Déjà le professeur de la Sorbonne avait travaillé, en plus d'une circonstance, dans une localité voisine, à Port-Vendre, et depuis quelques années il poursuivait la cession de la presqu'île de Port-Vendre ; mais le ministre de la guerre et l'administration des ponts et chaussées opposaient à ce projet une résistance absolue. Pendant ces négociations plusieurs petites villes, notamment Banyuls, étaient devenues très désireuses d'être choisies comme siège d'une station scientifique, et leurs autorités assiégeaient M. de Lacaze des offres les plus tentantes. Sur ces entrefaites, le conseil municipal de Banyuls s'assembla extraordinairement et délégua le maire pour apporter à M. de Lacaze une délibération par laquelle on lui offrait une somme de 10 000 francs immédiatement disponible, une rente de 500 francs pendant 20 ans et un emplacement suffisant tout préparé pour recevoir les constructions à élever ; en même temps une souscription s'organisait spontanément

parmi les habitants de Banyuls, le conseil général du département votait une allocation de 20000 francs, et bientôt les ressources étaient suffisantes pour commencer le laboratoire. M. de Lacaze l'a nommé Laboratoire Arago en mémoire de François Arago, qui est né dans le département des Pyrénées-Orientales et y a laissé les meilleurs souvenirs.

Cette nouvelle création présente trois avantages. D'abord, à Roscoff il survient, pendant l'automne et l'hiver, de fortes pluies, des bourrasques et des gros temps, qui empêchent d'aller chercher régulièrement les animaux ; le ciel d'ailleurs y est alors presque journellement brumeux, au point d'arrêter ou d'entraver toute occupation scientifique ; à Banyuls, au contraire, le travail n'est guère possible qu'en automne et en hiver ; aussi les deux stations maritimes de la Sorbonne se complètent-elles parfaitement.

Ensuite, la faune de la Méditerranée diffère beaucoup de celle des mers septentrionales ; aussi un séjour dans une station du midi est-il indispensable pour compléter l'instruction d'un zoologiste.

Enfin, les procédés employés pour récolter les animaux varient d'une station à l'autre, puisque la Méditerranée n'a pas de marée. A Roscoff, il faut surtout explorer la grève, à Banyuls, voici comment on procède : tantôt on se contente de recueillir les animaux que les lames rejettent sur la côte ; quand il n'y a pas la moindre ride à la surface des eaux, on peut profiter de la transparence admirable de la mer pour pêcher à une petite profondeur, ou bien encore on traîne les filets ; mais ce qui est plus profitable, c'est la pêche pratiquée au large. Dans ce but, la station de Banyuls possède trois embarcations : deux ne servent que pour pêcher le long des côtes en temps calme ; la troisième, don de la ville de Banyuls, est construite pour affronter les gros temps. Enfin, depuis quelques années, on se sert au laboratoire Arago d'un scaphandre donné

aux stations de M. de Lacaze par l'Association française pour l'avancement des sciences. Cet appareil, imaginé au siècle dernier par Klingert, de Breslau, consistait primitivement en un cylindre de tôle renfermant la tête et le tronc du plongeur, et laissant libres les bras et les jambes; deux petites lucarnes situées au-devant des yeux permettaient de voir, et au niveau de la bouche, deux tubes étaient fixés au cylindre, l'un pour l'entrée et l'autre pour la sortie de l'air. A la suite de nombreux perfectionnements apportés par des ingénieurs et des mécaniciens, cet engin est devenu extrêmement pratique; il est presque indispensable dans tout observatoire zoologique maritime, surtout là où il n'y a pas de marée, parce qu'il présente de grands avantages en comparaison des dragues et des fauberts. En effet, ceux-ci brisent et déchirent les créatures délicates si nombreuses dans les mers; les animaux qu'ils ramassent, même ceux qui sont durs, n'arrivent à la surface que plus ou moins détériorés, soit par le contact brutal des engins, soit par le trop rapide changement de pression. Au contraire, avec le scaphandre, le naturaliste va surprendre les animaux dans leur milieu naturel, et il s'en empare sans les endommager; il constate leurs rapports, observe les conditions de pression, de lumière, de température au sein desquelles ils vivent; sous ses yeux, ils manifestent en quelque sorte toutes leurs mœurs, au lieu de ne se livrer, comme dans les aquariums, qu'à des faits et gestes considérablement simplifiés. Enfin, à l'aide du scaphandre, on peut s'insinuer sous et entre les rochers, et détacher les animaux qui y vivent; or, c'est précisément là qu'on fait les meilleures récoltes; la drague, au contraire, ne peut balayer que les fonds de la mer.

Pour donner au lecteur un aperçu d'une exploration faite à l'aide du scaphandre, j'emprunte quelques renseignements à une étude (1) de M. Émile Yung, professeur

(1) *Revue scientifique*, 3 avril 1886.

à l'université de Genève, qui s'en est servi plusieurs fois, dans le golfe de Naples et ailleurs.

Une embarcation amène à l'emplacement qui doit être exploré le personnel de l'expédition et tout le matériel nécessaire ; un canot reçoit la pompe à air et tout l'outillage du scaphandrier.

Lorsqu'il a revêtu le costume de caoutchouc, le casque et la pèlerine de cuivre, et les souliers à semelles de plomb destinés à le lester, le plongeur pèse de 2 à 3 quintaux, aussi les mouvements sont-ils pénibles à l'air. Quand le vêtement imperméable est endossé et que toutes les issues en sont hermétiquement fermées, le scaphandrier s'attache solidement autour de la taille une corde de sûreté dont une extrémité doit demeurer entre les mains d'un veilleur ; à la ceinture, on lui fixe des filets, des sacs, des flacons, un couteau à forte lame, une loupe. Après s'être assuré du bon état de la soupape qui va permettre de régulariser la circulation de l'air dans le casque, le plongeur donne l'ordre de visser la fenêtre ronde du casque ; puis il passe sur une échelle de corde qui plonge de 2 mètres environ dans la mer, et enfin il se laisse descendre. Les premiers moments ne sont pas sans émotion, comme bien on pense ; sans être mouillé ailleurs qu'aux mains, le plongeur éprouve cependant les sensations générales de l'humide, du froid et surtout de la pression ; celle-ci est surtout fort pénible. L'appareil laisse d'ailleurs une grande liberté de mouvements : on n'est retenu que par la corde destinée aux signaux conventionnels, on peut s'accroupir, se coucher, escalader les rochers, se servir de tous les instruments nécessaires pour recueillir les animaux, même microscopiques.

Ce qui frappe par-dessus tout quand on plonge dans la Méditerranée, c'est la beauté des couleurs. Le bleu domine partout, à 5 ou 6 mètres c'est, paraît-il, un éblouissement d'azur. D'ailleurs l'intensité de la lumière qui pénètre dans l'eau diminue avec la profondeur ; cependant à 10 mètres

les observations à la loupe sont encore possibles, et on peut lire jusqu'à 15 ou 20 mètres. D'après l'ingénieur du laboratoire de Naples, M. Petersen, qui est un plongeur émérite, la lumière est sensiblement atténuée à 35 mètres, pas assez cependant pour qu'on n'y puisse encore chercher des animaux et des plantes.

Les naturalistes dépassent rarement 10 mètres ; la seule pression de la colonne d'eau sur le plongeur équivaut alors à un poids de 1450 gr. par centimètre carré, ce qui constitue un surcroît déjà gênant. Cependant quelques savants s'y sont habitués au point de pouvoir travailler pendant deux heures à cette profondeur et revenir ensuite à la surface aussi dispos qu'avant la descente.

M. Yung a dû descendre un jour jusqu'à 45 mètres, dans le lac de Genève, et il a su y rester pendant 20 minutes. D'ailleurs, d'une manière générale, on peut dire qu'à partir de 40 mètres des effets pathologiques très graves surviennent.

Il y a quelques petits inconvénients auxquels on ne peut se soustraire : la sécrétion de la salive, par exemple, est tellement excitée que la quantité produite est trop abondante pour être déglutie au fur et à mesure de son arrivée dans la bouche ; pour s'en débarrasser, les scaphandriers s'attachent au-devant des lèvres une petite bavette en toile ; la vapeur d'eau de la respiration et de la transpiration se condense, en outre, contre la glace du casque et rend ainsi la vue très confuse ; à tout instant il faut essuyer cette buée avec la langue, ou mieux à l'aide d'une petite éponge fixée sur le front.

La condition essentielle pour la sécurité réside dans la régularité de la respiration ; aussi les scaphandres sont-ils munis d'un régulateur de la circulation de l'air. Il faut surveiller avec le soin le plus minutieux le jeu de la pompe qui insuffle l'air et des soupapes ; si, malgré ces précautions, il survenait une interruption dans la venue de l'air, celui qui est contenu dans le casque pourrait,

d'après M. Petersen, entretenir la vie pendant cinq minutes encore, temps suffisant pour donner le signal d'alarme et se faire remonter.

Jusqu'à présent le plongeur ne peut communiquer avec la surface que par la corde qui le lie solidement; une forte secousse de celle-ci signifie que *tout va bien;* deux secousses, *remontez-moi;* trois secousses, *descendez un sac;* une série de secousses rapidement répétées signalent un danger et, dès que les matelots les perçoivent, ils retirent immédiatement le plongeur.

Comme un système aussi rudimentaire est loin d'être satisfaisant, et qu'il peut même devenir dangereux, M. Petersen s'efforce d'appliquer le téléphone au scaphandre.

L'aménagement intérieur de Banyuls diffère, pour plusieurs motifs, de celui de Roscoff. En considération du sacrifice de 30 000 francs que la ville a fait pour le laboratoire, on a rendu accessible au public une grande salle, longue de 27 mètres ; c'est la salle de l'aquarium dont le pourtour est occupé par des bacs enchâssés dans les fenêtres ; l'eau s'y renouvelle constamment, toujours bien fraîche et bien aérée ; aussi les animaux s'y acclimatent et s'y reproduisent parfaitement.

Pour alimenter la circulation de l'eau dans les bacs, il y a une citerne de 125 mètres cubes creusée dans le rocher : elle est remplie par une machine à vapeur qui actionne une pompe ; de là, l'eau tombe sous une pression de 10 mètres dans les récipients, en pulvérisant et poussant devant elle une grande quantité d'air.

L'établissement de Banyuls est surtout un laboratoire de recherches, aussi ne reçoit-il guère que des zoologistes qui se livrent à des travaux originaux ; ils travaillent à l'étage.

Il convient de noter une différence importante dans la création et le développement des stations de Banyuls et de Roscoff. Celle de Roscoff compte déjà quinze années,

elle a coûté beaucoup au gouvernement français, elle ne s'est améliorée que par pièces et morceaux et elle n'est pas encore complète. Au contraire Banyuls est dû à l'initiative privée ; l'État ne lui a fourni que le mobilier scientifique ; la construction n'a été commencée qu'en 1881 et cependant la station est à peu près terminée.

N'abandonnons pas les laboratoires annexés à la Sorbonne sans signaler les importantes *Archives de zoologie expérimentale et générale*, revue fondée en 1872 par M. de Lacaze pour que les travailleurs puissent y publier les résultats de leurs recherches.

Indépendamment de Banyuls, la France possède encore plusieurs observatoires zoologiques situés au bord de la Méditerranée : à Alger, à Cette, à Marseille et à Villefranche près de Nice. Celui-ci est sous la direction de MM. Fol et Barrois ; celui de Marseille est dirigé par M. le professeur Marion ; celui de Cette, fondé par M. Sabatier, est une dépendance de la Faculté des sciences de Montpellier ; les élèves y vont une fois par semaine ; il profite également aux élèves de l'école régionale d'agriculture ; il est admirablement placé pour les recherches scientifiques, à cause du voisinage de Montpellier avec ses facultés et sa bibliothèque, à cause de la richesse extraordinaire de la faune, à laquelle viennent s'ajouter les faunes spéciales des marais salants et des étangs saumâtres ; la réunion de tels milieux permettra de faire tôt ou tard des recherches très instructives sur l'évolution des espèces.

Dans le golfe de Gascogne est situé le laboratoire d'Arcachon, dû à l'intelligente initiative de la Société d'histoire naturelle de cette ville ; puis, sur l'océan Atlantique, l'aquarium des Sables-d'Olonne et la station de Concarneau ; celle-ci, fondée en 1859 par Coste, le célèbre professeur du Collège de France, a été le premier établissement qu'un État ait créé pour l'étude de la zoologie maritime et de ses applications ; il est aujourd'hui sous la direction de M. Pouchet, professeur au Muséum.

La station de Concarneau est placée précisément au centre de la région visitée, en France du moins, par la sardine ; aussi les naturalistes qui la dirigent sont-ils chargés de s'occuper des questions de pisciculture. Celles-ci sont d'autant plus à l'ordre du jour que depuis quelques années la sardine s'éloigne des rivages français, faisant ainsi succéder des années de misère à l'année 1878, qui avait été d'une abondance extraordinaire. On comprend qu'une telle situation préoccupe vivement le commerce. Heureusement, les recherches des naturalistes de Concarneau, aidés par des officiers de marine, ont déjà fourni des renseignements très utiles sur la nourriture de la sardine, sur l'époque du développement complet de ses œufs, sur les rapports qu'il y a entre les températures superficielle et profonde de l'eau et les époques d'apparition et de disparition de la sardine. Tous ces renseignements sont de nature à être tôt ou tard utilisés ; déjà ils ont été fort appréciés pendant une exposition qui avait lieu récemment à Nantes, la véritable capitale de l'industrie de la sardine.

Sur la Manche se trouvent les laboratoires de Roscoff, de Saint-Vaast la Hougue et du Havre, et enfin, dans le Pas-de-Calais, près de Boulogne, celui de Wimereux, fondé et dirigé par M. Giard, actuellement maître de conférences à l'École normale supérieure de Paris ; c'était une annexe de la Faculté des sciences de Lille, aussi longtemps que M. Giard y a professé la zoologie.

Il est juste de rendre hommage en passant à son fondateur, qui lui consacre, depuis quinze années, son temps et son argent ; non seulement il y a entrepris des travaux mémorables, mais encore il y a initié à la science zoologique de nombreux travailleurs ; il y a réuni une collection faunistique admirable, à peu près unique en France, et tout cela il l'a accompli sans le moindre subside du trésor public, heureux encore quand il ne recevait pas de réprimande de l'administration.

Pendant l'année 1887, il n'y avait pas moins de 27 travailleurs à Wimereux, sans compter les élèves de la Faculté des sciences de Lille, qui viennent y faire de fréquentes excursions ; plusieurs naturalistes de Belgique y ont été accueillis à plusieurs reprises ou en ont reçu gratuitement des envois d'animaux.

Nous arrivons à la célèbre station internationale de Naples ; elle a été fondée en 1874 par M. le Dr Antoine

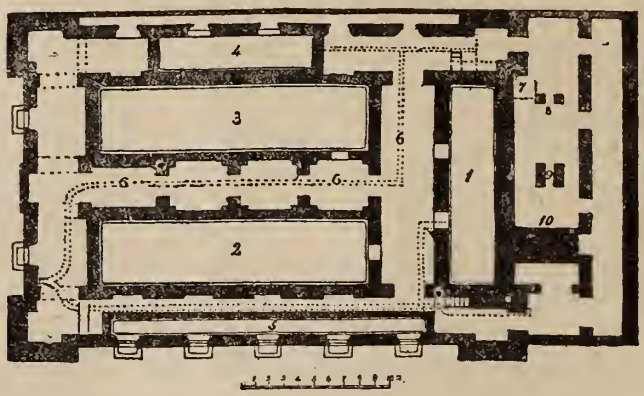


Fig. 1. — SOUS-SOL. (1)

Dohrn, qui lui a consacré son temps et son activité et qui, avec l'aide de quelques parents et amis, lui a sacrifié une somme de 300 000 francs aux intérêts de laquelle il a renoncé pendant de nombreuses années.

La station de Naples est bâtie, à quelques pas de la mer, sur un emplacement situé dans la Villa Reale, la promenade favorite des Napolitains et des riches étrangers. La municipalité l'a fourni gratuitement à M. le Dr Dohrn,

(1) 1. Réservoir de l'ouest; 2. Réservoir du sud; 3. Réservoir du nord; 4, 5. Bassins de réserve; 6. Tuyaux reliant aux pompes les réservoirs et les bassins; 7. Réservoir des pompes; 8. Pompes; 9. Machine; 10. Chaudière.

à la condition qu'il élevât une construction élégante. Elle a la forme d'un rectangle allongé, long de 33 mètres, large de 24, haut de 16 ; elle se compose d'une partie souterraine, d'un étage inférieur assez bas, réservé presque entièrement à l'aquarium et accessible au public, et d'un étage supérieur très élevé.

Le souterrain abrite une machine à vapeur, des pompes,

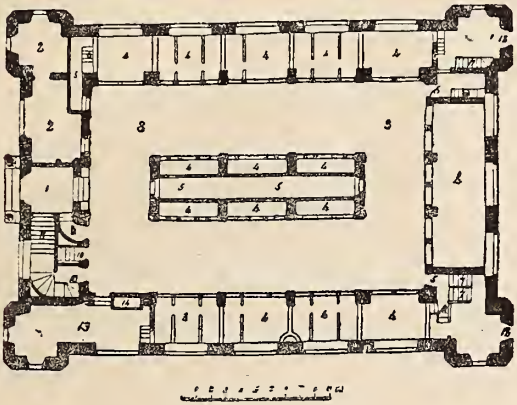


Fig. 2. — REZ-DE-CHAUSSÉE, AQUARIUM. (1)

une petite forge et trois vastes citernes qui peuvent recevoir ensemble 300 mètres cubes d'eau ; une pompe et une conduite spéciales communiquent directement avec le golfe et permettent de renouveler l'eau des citernes.

Le public entre dans le rez-de-chaussée par l'une des façades de 24 mètres, celle qui est tournée vers l'est ; des récipients de dimensions variées occupent les deux

(1) 1. Entrée; 2. Bureau; 3. Salle ouverte aux visiteurs; 4. Aquarium; 5, 6. Passages et escaliers pour le service des bassins; 7. Escalier conduisant au laboratoire; 8. Escalier principal (item); 9. Au sous-sol; 10. Aux chambres; 11. A la machine; 12. Entrée des pêcheurs et des préparateurs; 13. Petit laboratoire; 14. Son aquarium.

longs côtés et le grand axe de cette salle ; en face de l'entrée, au fond, se trouve encore un récipient énorme qui peut contenir 112 mètres cubes ; les bassins alignés suivant l'axe sont éclairés par le haut ; les autres reçoivent une abondante lumière par les fenêtres ; l'espace réservé aux visiteurs est éclairé par 19 ouvertures rondes, pas très grandes, fermées par des verres d'un rouge foncé.

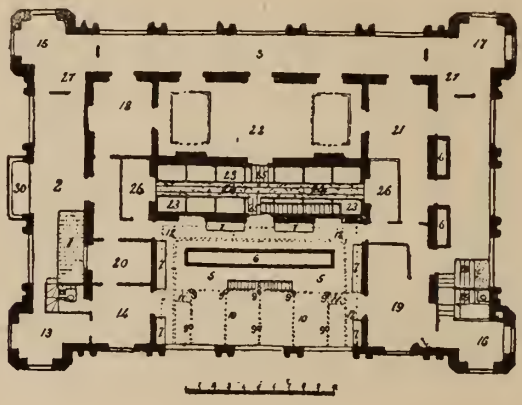


Fig. 3. — ÉTAGE, LABORATOIRE. (1)

Dans les récipients vivent beaucoup d'animaux provenant tous du golfe de Naples. Voici comment on leur fournit une eau toujours bien limpide et bien aérée, condition sans laquelle ils périraient bientôt : une conduite amène l'eau des citernes dans la salle de l'aquarium ; elle se divise en trois branches qui s'allongent ensuite à un

(1) 1. Escalier principal ; 2. Loggia de l'est ; 3. Loggia du sud (ouvertes l'une et l'autre) ; 4. Loggia de l'ouest (avec fenêtres) ; 5. Grand laboratoire ; 6. Aquarium de recherches ; 7. Grandes armoires ; 8. Escalier de fer conduisant à 10. Plateforme à mi-hauteur, soutenue par des piliers de fer [9] ; 11. Escalier conduisant à 12. Galerie destinée aux collections, servant aujourd'hui de bibliothèque ; 13-18. Chambres inachevées ; 19, 20, 21. Chambres des assistants ; 22. Grande salle destinée à la bibliothèque ; 23. Cour éclairée ; 24, 25. Passages rectangulaires de la cour. 26. Vestibules ; 27. Restaurants ; 28. Escalier conduisant à l'aquarium ; 29. A l'attique ; 30. Cheminée ; 31. Balcon.

demi-mètre au-dessus du niveau des bassins; elles y lancent constamment avec force des jets qui entraînent avec eux de grandes quantités d'air; l'eau est ensuite transmise de bassin en bassin par des tubes particuliers ; enfin, des bacs terminaux elle retourne aux citernes, et après s'y être clarifiée elle peut de nouveau être remise en circulation. Grâce à ces mesures, toutes les créatures, même les plus délicates, peuvent être exhibées; aussi l'aquarium de Naples offre-t-il aux visiteurs un spectacle aussi instructif que ravissant. La direction a fait publier dans les principales langues de l'Europe un guide très méthodique, qui contient de nombreuses figures et des indications intéressantes sur les habitants des différents bassins. Malheureusement, les étrangers visitent relativement peu l'aquarium, et les recettes annuelles ne dépassent guère 30 000 francs, somme qui suffit à peine pour payer les intérêts et l'entretien de l'aquarium.

Le premier étage est réservé au travail scientifique; il comprend, au sud, une salle de lecture avec une bibliothèque riche de plusieurs milliers de volumes, un vaste laboratoire au nord, plusieurs petites chambres de travail et des appartements. Le grand laboratoire commun et les chambres de travail contiennent des aquariums toujours munis d'eau fraîche et aérée. La partie occidentale du premier étage est une « loggia » qui communique avec deux salles réservées au conservateur Salvatore Lo Bianco et à ses aides; là se présentent chaque jour, avec leur butin, les pêcheurs attitrés ou non de la station. Salvatore, qui est toujours informé exactement de ce que désirent les hôtes du laboratoire, leur fait immédiatement porter, par des domestiques exercés, les spécimens convenables. Quant aux bêtes qui ne sont pas réclamées par les naturalistes, la station les conserve pour le service des expéditions Plusieurs membres de son personnel ont découvert des procédés de conservation tels que les animaux, même les plus fragiles et les plus compliqués,

gardent leur forme, leurs proportions et leur attitude naturelles. Tous les ans des musées, des universités et des savants se font envoyer des collections ou des spécimens isolés que la station livre à un prix relativement modique.

Pour fournir l'aquarium public et les aquariums d'étude, la station emploie un certain nombre de pêcheurs; ceux-ci, on le comprend, doivent être des hommes exercés par une très longue pratique ; en effet, il y a tant d'animaux qui sont petits ou transparents et qui par là échappent aisément à la vue ; d'autres sont tellement délicats, qu'au moindre attouchement ils sont détruits ; pour s'en emparer, il faut glisser sous eux avec beaucoup de précautions de larges bocaux et les retirer ensuite sans la moindre secousse ; puis ces pêcheurs doivent connaître les fonds qui sont affectionnés par les différentes espèces ; à certaines époques, qu'il faut connaître exactement, des espèces pélagiques apparaissent à la surface du golfe ; tel courant, tel vent amène telle et telle espèce ; d'autres courants ou d'autres vents amènent d'autres formes, etc.

La station possède toute une petite flottille qui comprend plusieurs bonnes embarcations à rames et deux petits vapeurs. L'un de ceux-ci, le *Francis Balfour*, est un petit bateau ouvert qui sert surtout pour pêcher à la surface ; l'autre, le *Johannes Müller*, est un bâtiment à hélice de cinq tonnes, long de 14 mètres, large de 2 mètres, avec un tirant d'eau de 1 mètre ; il utilise 20 chevaux-vapeur ; sa cabine d'arrière peut abriter deux à quatre hommes ; celle d'avant est destinée aux deux matelots, au machiniste et au chauffeur. C'est le *Johannes Müller* qu'on monte quand il faut draguer à une profondeur notable ; il permet aussi d'exécuter parfois des expéditions de trois à quatre jours.

Le scaphandre est fréquemment utilisé à Naples.

Le personnel de la station compte environ 30 membres ; la plupart des employés supérieurs sont allemands, les

domestiques, le chauffeur, le gardien, les pêcheurs, etc., sont italiens. Le fondateur de l'établissement, M. le Dr Dohrn, continue à en être l'âme; sous ses ordres se trouvent plusieurs naturalistes, notamment Eisig, Arnold Lange, Giesbrecht, Brandt, Vosmaer et Paul Mayer, qui a découvert d'excellents procédés de technique microscopique utilisés aujourd'hui dans tous les laboratoires. Tous ces assistants de M. Dohrn ont leur tâche déterminée : relations avec les savants qui viennent travailler à Naples, haute surveillance des aquariums et des pêches, collections, bibliothèque, partie botanique, étude de la faune et de la flore, préparation de monographies sur les animaux et les plantes du golfe, soin des trois publications éditées par l'institut, service des expéditions, etc., etc. Parmi les employés supérieurs figure encore un ingénieur, M. Petersen, qui est chargé du soin des machines, des embarcations, des explorations en scaphandre, de la préparation de plans, et au besoin, de la construction d'appareils pour l'aquarium ou pour les laboratoires.

L'institut zoologique de Naples publie une revue trimestrielle, les *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel*, où paraissent les mémoires des savants qui ont élucidé quelque question grâce à leur séjour à Naples ; les *Mittheilungen* figurent parmi les plus importantes revues de zoologie.

Depuis 1880 paraît, sous le titre de *Zoologischer Jahresbericht*, un compte rendu annuel des travaux zoologiques, anatomiques, histologiques et embryologiques publiés pendant l'année précédente dans tous les recueils savants. L'exécution de cet annuaire est confiée à quelques-uns des naturalistes de Naples, aidés de nombreux collaborateurs choisis parmi les savants de plusieurs nations. Au lieu d'indiquer simplement le titre des travaux qu'il signale, le *Jahresbericht* en livre une analyse suffisamment étendue ; aussi est-il extrêmement précieux pour les zoologistes.

La troisième publication de l'Institut, *Fauna und Flora*

des Golfes von Neapel, est destinée à être une série d'études monographiques, richement illustrées et amplement traitées, sur les animaux et les plantes du golfe de Naples ; chacune d'elles est confiée à un spécialiste autorisé ; elles peuvent être écrites en français, en allemand, en italien ou en anglais. Celles qui ont paru ont été fort appréciées par les naturalistes ; d'ailleurs, M. le Dr Dohrn n'a rien négligé de ce qui peut rehausser la valeur scientifique de ses publications ; ainsi une seule monographie, une des plus importantes et des plus vastes il est vrai, a coûté 50 000 francs à la station.

La richesse faunistique de Naples et l'excellente organisation de son laboratoire expliquent la faveur dont il jouit auprès des zoologistes ; en une seule année, il s'y trouve parfois 40 travailleurs ; pendant les dix premières années de son existence, depuis 1874 jusqu'en 1884, plus de 300 naturalistes y ont travaillé, et 250 publications plus ou moins étendues y ont été élaborées ; de 1871 à 1884, il a été fait près de 800 envois d'importance variée. Beaucoup de zoologistes éminents doivent en grande partie leur réputation à des travaux entrepris à Naples : citons Francis Balfour, qui a fait faire des progrès si considérables à l'embryologie des vertébrés, Claus, les frères Hertwig, Schultze, Grenacher, Hubrecht, Spengel, Chun.

Pour acquérir l'organisation actuelle et la maintenir, la station de Naples a dû dépenser des sommes considérables ; seule, la construction a coûté 255 000 francs ; l'ameublement, l'installation et les machines ont absorbé 115 000 fr. ; dans le total, 370 000 fr., ne figurent pas les honoraires du directeur ni le prix du terrain qui a été donné par la ville de Naples. Les dépenses annuelles de la station sont de 100 000 francs environ. Voici d'autre part ses ressources. Comme il a été dit plus haut, M. Dohrn, aidé de quelques parents et amis, a fourni une somme de 270 000 francs ; une seule fois, le gouvernement allemand a accordé une subvention de 100 000 francs ; l'Association

anglaise pour l'avancement des sciences a donné 25 000 francs, l'Académie des sciences de Berlin a offert à M. Dohrn une somme de 30 000 francs pour l'achat d'une embarcation à vapeur ; les entrées à l'aquarium rapportent 30 000 francs, les publications et les envois 35 000 francs ; le gouvernement allemand donne près de 40 000 francs ; le reste provient de la location de tables de travail aux États, à des universités ou à des associations scientifiques ; moyennant la somme de 2000 francs environ, un naturaliste peut disposer pour une année d'une table de travail dans le laboratoire, de tous les animaux, de tous les instruments et de tous les livres nécessaires. Dans ces conditions, les particuliers ne peuvent guère profiter de la station de Naples, à moins qu'ils n'y soient envoyés par quelque gouvernement, université ou académie. La Belgique dispose d'une place à la station de Naples, ainsi que la Suisse, la Hollande, la Hongrie, la Bavière, le Wurtemberg, la Hesse, le grand-duché de Bade, la ville de Hambourg, les universités de Cambridge et de Strasbourg, l'Académie des sciences de Berlin, l'Association britannique pour l'avancement des sciences. La Russie possède deux tables, la Prusse trois et l'Italie quatre. Chaque année le ministère de la marine italienne y envoie quelques officiers, qui vont s'y initier aux recherches faunistiques et à la conservation des animaux marins ; à la suite d'un tel stage, on comprend quels services ils pourront rendre à l'histoire naturelle pendant les croisières auxquelles ils participeront.

Nos lecteurs connaissent maintenant, dans ses traits principaux, l'organisation des laboratoires maritimes de zoologie ; nous allons leur exposer sommairement les caractères des embranchements du règne animal qui constituent la faune de la mer.

A. Buisseret.

(La fin prochainement.)

LE TRANSFORMISME

ET LA DISCUSSION LIBRE

I

CAUSES D'ENGOUEMENT ET D'HOSTILITÉ.

Les théories transformistes, de quelque nom qu'on les désigne, font toujours et feront longtemps encore parler d'elles. Quel que soit l'avenir qui leur est réservé; que, contrairement à la vraisemblance, les découvertes ultérieures viennent à mettre au jour les nombreuses mailles qui manquent encore au réseau de leurs enchaînements et de leurs inductions et à renverser toutes les objections qui se dressent contre elles ; ou bien que les progrès futurs de la science arrivent, ce qui n'est pas plus probable, à réduire à néant jusqu'au fondement de ces théories en renversant, à l'aide de faits nouveaux, même celles de leurs hypothèses qui sont plausibles et légitimes, — les partisans comme les adversaires du principe de l'évolution ne désarmeront pas facilement et ne s'avoueront pas vaincus sans une résistance prolongée.

Il est à cela plusieurs motifs, et l'un d'eux domine tous les autres.

Sans parler de cette tendance naturelle à l'esprit humain qui l'attache passionnément à des théories qu'il a dès l'abord embrassées avec amour et à la justification desquelles il a consacré de longues années d'études, d'observations, de recherches patientes, de travaux de toute sorte ; si l'on fait abstraction également de l'extrême difficulté qu'éprouve notre entendement à se défaire d'habitudes intellectuelles depuis longtemps contractées, surtout quand l'imagination y a une part plus ou moins grande ; on se trouve toujours en présence de ce fait indéniable et capital, à savoir que la plupart — nous ne disons certes pas la totalité — des partisans comme des adversaires des théories édifiées sur le principe évolutionniste, sont dirigés dans leurs préférences par des considérations extra-scientifiques, c'est-à-dire étrangères à la science, et qui, le plus souvent, sciemment ou non, leur tiennent à cœur bien plus que l'intérêt de la science elle-même.

Comme le dit un savant membre de l'Institut, dont l'autorité ne saurait être contestée, ce n'est pas seulement dans les côtés séduisants qu'elle offre à l'imagination qu'il faut voir le succès de la théorie si habilement présentée par Darwin. C'est ailleurs peut-être qu'on doit chercher la cause principale de la renommée de ce savant : « Des personnes pieuses se sont émues, d'autres ont été ravies, à la pensée que, l'origine de la vie découverte, d'antiques croyances recevraient de graves atteintes (1). » L'auteur de ces paroles, qui d'ailleurs ne paraît point partager les « antiques croyances » auxquelles il fait allusion, est néanmoins très opposé, pour des considérations purement scientifiques, à la théorie de l'évolution. Son appréciation, assez timidement exprimée, sur la cause principale de la renommée de Darwin et des théories qu'il

(1) Émile Blanchard, de l'Académie des sciences. *La vie des êtres animés*, p. 287. 1888, Paris, G. Masson.

a mises en faveur, est surabondamment justifiée quand on jette les yeux sur les écrits de leurs fauteurs.

« S'il en est ainsi, — dit Strauss en parlant du principe, contraire à celui de l'évolution, de la séparation originelle et absolue des espèces, — il nous faut revenir à la création et au miracle ; alors, au commencement Dieu a créé l'herbe, la plante et l'arbre, et aussi les animaux, chacun selon son espèce. Heureusement Darwin a paru et il a expliqué l'origine des êtres... Il a montré cette force, cette action de la nature pouvant suppléer le miracle à la place où il paraissait le plus indispensable ; il a ouvert la porte par laquelle une postérité plus heureuse doit chasser le miracle à tout jamais. Quiconque sait ce que le miracle traîne après lui, estimera Darwin à l'égal des plus grands bienfaiteurs de l'humanité (1). »

Or ce n'est pas là, il faut bien le reconnaître, une opinion isolée, une extension individuelle des conséquences à tirer des doctrines de Darwin. La grande majorité des adeptes enthousiastes du grand naturaliste anglais, aussi bien que ses émules dans des théories parallèles ou connexes, célèbrent sur le même ton et dans le même mode le renversement de toute doctrine spiritualiste par ce qu'ils appellent « la vérité scientifique ».

« La doctrine de M. Darwin, dit Mme Clémence Royer sa traductrice, c'est la révélation rationnelle du progrès, se posant dans un antagonisme logique avec la révélation irrationnelle de la chute. Ce sont deux principes, deux religions en lutte...C'est un oui ou un non bien catégoriques entre lesquels il faut choisir, et quiconque se déclare pour l'un est contre l'autre (2). »

Encore cette appréciation est-elle modérée dans la

(1) Strauss. *L'ancienne et la nouvelle foi.* Extrait de citations de M. l'abbé Vigouroux, dans *Les livres saints et la critique rationaliste*, t. II, pp. 560 et 561. Paris, 1886, Roger et Chernoviz.

(2) Mme Clémence Royer, préface de sa traduction du livre de Darwin, *De l'origine des espèces.* Paris, 1870. — Citée par le même.

forme, et l'expression n'en est-elle pas absolument injurieuse pour les convictions contraires. D'autres écrivains se sont montrés plus violents. Sans parler des aménités adressées aux savants chrétiens par M. de Mortillet, le légendaire ex-maire de Saint-Germain-en-Laye (1), nous citerons un passage de M. Soury, dans la préface de sa traduction des *Preuves du transformisme*, de Hæckel :

« C'est en fait des vieux dogmes sacrosaints des causes finales de l'univers, de l'immutabilité des espèces, des créations successives, de l'impossibilité d'une génération spontanée et de la jeunesse de l'homme sur la terre... Les théories de Darwin rendent parfaitement raison des faits qu'étudie l'anatomie comparée, sans qu'il soit désormais nécessaire de transformer des variétés en espèces immua-

(1) " Si les véritables amis de l'instruction et du progrès, dit ce savant, se passionnent pour elle (la science préhistorique, qui, dans la pensée et les écrits de l'auteur, est indissolublement liée aux théories évolutionnistes) et la soutiennent de tout leur savoir et de toute leur influence, l'opposition religieuse, si vive au moment de son apparition, continue non moins vive bien que transformée (?). M. l'abbé Hamard et autres oratoriens. M. l'abbé Moigno et autres chanoines, le père Jean et autres jésuites, *l'esprit faussé par l'étude creuse de la théologie* (sic), jugés trop mauvais observateurs, trop faibles naturalistes, trop insuffisants paléoethnologues, ont été laissés de côté. „ (Quel atticisme !.... D'ailleurs on ne sait vraiment pas sur quoi M. de Mortillet fonde de telles assertions.) " Entraînés par le mouvement général de notre époque, les cléricaux se sont décidés à laïciser leur attaque.... Ils ont introduit leurs adeptes dans les sociétés savantes.... Ils les ont faufilés dans la rédaction des journaux spéciaux.... Ils ont détaché de ces journaux des éléments actifs pour les lancer dans la rédaction des journaux religieux. C'est ce qui est arrivé pour une importante revue catholique belge et pour un journal protestant non moins important de Montauban. „ (Gabriel de Mortillet, *Le préhistorique, antiquité de l'homme*, préface de la deuxième édition. Paris, 1885.)

Il nous semble cependant que, dans *l'importante revue catholique belge* à laquelle il est ici fait allusion, d' " autres jésuites „, d' " autres chanoines „, d' " autres oratoriens „ et M. l'abbé Hamard lui-même, pris à partie par M. de Mortillet avec l'urbanité exquise qui distingue ce gentilhomme viré aux nouvelles couches, font cependant assez bonne figure, et pourraient, sur plusieurs questions scientifiques, rendre des points à M. de Mortillet lui-même.

Ce qui, du reste, ressort de cette citation, c'est la guerre à mort qu'une part considérable de l'école évolutionniste a déclarée au christianisme comme à toute croyance théiste et spiritualiste.

bles, créées une fois pour toutes, de voir dans chaque *espèce* éteinte ou vivante l'incarnation d'une idée divine, ou la réalisation de plans préconçus par on ne sait quel étrange artisan, qui, quoiqu'il s'applaudît chaque fois de son œuvre et naïvement la trouvât bonne, la recommence périodiquement (1). »

On hésite à décider ce qui l'emporte le plus de l'ignorance suffisante ou de l'invective injurieuse et blasphématoire dans ces quelques lignes. Elles n'en spécifient pas moins le caractère des attaques dont le darwinisme a été la base et l'occasion.

« Il faut, dit un disciple de Hæckel, chercher à expliquer l'apparition des organismes vivants par des causes purement physiques ou chimiques, ou attribuer la vie à un agent immatériel. Il n'y a pas d'autre alternative, et, dans cette alternative, la science n'a pas le choix. Car admettre l'intervention d'un agent immatériel, ce serait admettre une hypothèse indémontrable, en opposition avec tout ce que nous savons, et renoncer à toute investigation scientifique (2). » Le même auteur prévoit, dans sa préface, le temps où « la science aura enfin avantageusement supplanté les vaines croyances dont se repaissent stérilement beaucoup trop d'esprits (3) ».

Un autre écrivain, résumant, dans un petit volume de vulgarisation et sous ce titre : *Le Darwinisme*, la théorie de l'évolution telle que l'a exposée Darwin, mais en y ajoutant les développements que comportent les exagérations dont elle est l'objet, glorifie Linné d'avoir, le premier, rangé l'homme et les singes dans le même ordre, des Primates. Mais, ajoute-t-il, « les préjugés de toute nature, l'ignorance, la superstition et leur inséparable compagne, la stupidité orgueilleuse, s'irritèrent et crièrent à la profanation... Blumenbach déclara que l'homme avait deux

(1) Cité par M. l'abbé Vigouroux, *loc. cit.*, p. 565.
(2) S. Zaborowski. *Les mondes disparus*, p. 162. — 1884. Paris, Alcan.
(3) *Ibid.*, p. 6.

pieds et deux mains, mais que le singe avait quatre mains et pas de pieds ; il décréta que l'homme formerait un ordre distinct, celui des *Bimanes*, et que les singes en formeraient un autre, celui des *Quadrumanes*. Cuvier, en bon théologien *(sic)*, propagea la distinction ingénieuse de Blumenbach (1)... »

Préjugés, ignorance, superstition, stupidité orgueilleuse....

Ah ! qu'en termes galants ces choses-là sont mises !

et que voilà un mode de discussion sérieux et vraiment scientifique ! L'attique écrivain que nous venons de citer glorifie ensuite Huxley d'avoir conclu, dans son livre *La place de l'homme dans la nature*, que rien n'autorise, en zoologie, à séparer l'homme de l'ordre des Primates.

Et puisque nous avons nommé Huxley, observons à ce propos que ce ne sont pas seulement les disciples, mais bien les maîtres qui déclarent une guerre aussi violente aux croyances spiritualistes. Le nom de Hæckel s'est aussi trouvé sous notre plume à l'occasion d'une diatribe de son traducteur ; Ernest Hæckel, professeur de zoologie à l'université d'Iéna, a amplifié la théorie de l'évolution bien au delà des limites où Darwin l'avait circonscrite, et, sous le nom de *Monisme*, il ramène l'origine de tous les êtres vivants à une seule cellule protoplasmique, la *Monère ;* puis il explique ainsi la formation de ce protoplasma, générateur universel :

« Les Monères primitives sont nées par génération spontanée dans la mer, comme les cristaux naissent dans les eaux mères. Il n'existe point, en effet, d'autre alternative pour expliquer l'origine de la vie. Qui ne croit pas à la génération spontanée admet le miracle. C'est une hypothèse nécessaire, et qu'on ne saurait ruiner par des argu-

(1) Émile Ferrière. *Le Darwinisme*, dans la *Bibliothèque* soi-disant *utile*. — Paris, Alcan.

ments *à priori* ni par des expériences de laboratoire (1). » La théorie des générations spontanées est depuis longtemps universellement rejetée du domaine de la science; néanmoins, c'est un postulatum nécessaire et qu'il faut admettre; car, sans cela, la notion du miracle, c'est-à-dire, dans la pensée de l'auteur, la notion d'un Dieu créateur s'impose forcément !

Nous ne croyons pas que jamais la démonstration de l'existence de Dieu, par le fait de la création du monde organisé, ait été fournie d'une manière plus involontaire et plus piquante.

Sans aller à beaucoup près aussi loin, Darwin, qui avait d'abord imaginé et développé son système sans arrière-pensée anti-philosophique ou anti-religieuse, a fini, entraîné par les adulations intéressées de l'école matérialiste, par verser, lui aussi, dans la négation du christianisme : « *Science has nothing to do with Christ*, écrivait-il à un jeune homme dans une lettre datée du 5 juin 1879; « except in so far as the habit of scientific research makes a man cautious in admitting evidence. *For myself I do not believe that there ever has been any revelation* (2) ».

(1) Discours prononcé à Paris le 29 août 1878. Cité par Émile Ferrière, *loc. cit.*, p. 129. Ce raisonnement, naïf dans l'infatuation qu'il dénote, rappelle un peu celui de l'homme qui n'aimait pas les épinards et qui s'estimait heureux de ne pas les aimer, car s'il les eût aimés il en eût mangé, etc. On pourrait, en effet, donner une forme analogue au raisonnement du professeur d'Iéna et le traduire en ces termes :

Les Monères primitives ont pris naissance spontanément dans la mer, et il est nécessaire qu'elles aient pris naissance de cette façon; car, si elles étaient nées d'une autre manière, ce ne pourrait être que le résultat d'une création, et je n'admets pas le Créateur.

M. Émile Ferrière qui, tout en étant transformiste matérialiste, ne va cependant pas jusqu'au monisme (la génération spontanée le gêne), ajoute, non sans raison à son point de vue et si l'on fait abstraction de l'inconvenance du langage :

« Comme si la formation d'êtres vivants par une cristallisation de carbone, de silice ou de chaux n'était pas un *miracle aussi absurde* (c'est M. Ferrière qui souligne) que la fabrication de petits bonshommes en boue par des Jupiters de rencontre ! »

(2) *Revue scientifique* du 2 décembre 1882. Cité par M. l'abbé Vigouroux, *loc. cit.* « La science n'a rien à faire avec le Christ; excepté pourtant que l'habi-

La science n'a rien à faire avec le Christ!... Pour moi, je ne crois pas qu'il y ait jamais eu de révélation !... Voilà à quel degré de misère intellectuelle et morale a pu, sous l'influence de ses théories, descendre un esprit aussi élevé et aussi puissant qu'avait été Charles Darwin!

On est donc contraint de le reconnaître : c'est bien en haine du christianisme, en haine de toute religion et de toute métaphysique que sont entretenues et développées avec ardeur les théories évolutionnistes, au moins par un grand nombre de leurs adhérents. Nous en trouvons une nouvelle preuve dans un important et très savant ouvrage, publié, il y a deux ans à peine, par un professeur distingué de l'École des hautes études, M. Mathias Duval. Résultat de la mise ensemble de leçons professées par lui à l'École d'anthropologie, *le Darwinisme* de cet auteur est une exposition remarquablement habile des doctrines du maître avec toutes les hypothèses qu'elles mettent en œuvre et en poussant à leurs dernières limites les conséquences qu'impliquent ces hypothèses (1). Rendons toutefois cette justice à l'écrivain, qu'il se respecte assez pour être généralement convenable en son langage et éviter de recourir à l'invective grossière et à l'injure contre les croyances qu'il combat; et si ses allusions paraissent bien un peu hautaines et dédaigneuses, c'est qu'il affecte de ne considérer comme scientifique, comme pouvant légitimement faire partie du domaine de la science, que les « faits

tude des recherches scientifiques apprend à se méfier des témoignages. Quant à moi, je ne crois pas qu'il y ait jamais eu de révélation. „ — Cependant il ne paraît pas que Darwin soit tombé jusqu'à l'athéisme. M. le Mis de Nadaillac cite de lui une lettre adressée au Rév. J. Fordyce et publiée par l'*Evening Standard* du 22 octobre 1883, dans laquelle on relève ces paroles : “ Dans mes fluctuations les plus extrêmes, je n'ai jamais été un athée; j'entends par là que je n'ai jamais nié l'existence de Dieu. „ *(L'origine et le développement de la vie sur le globe,* p. 59. Paris, 1888.)

(1) Le Darwinisme, *Leçons professées à l'École d'anthropologie* par Mathias Duval, membre de l'Académie de médecine, professeur d'anatomie à l'École des beaux-arts, directeur du laboratoire d'anthropologie à l'École des hautes études. *(Bibliothèque anthropologique.)* 1886. Paris, Delahaye et Lecrosnier.

matériels » et les « causes matérielles ». D'après lui, si l'on admet un *Créateur*, « le naturaliste, après avoir constaté les affinités que révèlent, entre les organismes, leur anatomie, leur embryologie et leur comparaison avec les formes fossiles, n'a plus qu'à s'abîmer dans une méditation mystique sur un enchaînement « qui manifeste une intel- » ligence dépassant de bien loin les facultés les plus » hautes dont l'homme s'enorgueillisse, une intelligence » supérieure en laquelle se combinent le pouvoir, la pré- » méditation, la prescience, l'omniscience, etc. ». M. Mathias Duval reproduit ici, dans les lignes doublement guillemetées, un passage d'Agassiz dont il combat incessamment l'esprit et les vues spiritualistes. C'est même dans la discussion le mode préféré de cet écrivain : il ne prend pas nos croyances directement à partie ; il combat les savants qui s'en inspirent et les soutiennent.

Après la citation que nous avons reproduite, notre auteur conclut par ce paralogisme : « Dès lors le naturaliste, qui ne saurait tenter de pénétrer cette omniscience, n'a plus qu'à s'arrêter devant l'incompréhensible ; c'est, en un mot, la stérilisation définitive par inutilité de toute expérimentation et de toute observation (1). »

Le lien logique entre cette conclusion et ses prémisses n'apparaît pas très clairement : de ce que l'intelligence créatrice est une intelligence supérieure à la nôtre, une intelligence infinie, on ne voit pas trop que le naturaliste en soit gêné dans l'observation, la constatation, le classement des faits, non plus que dans les théories par lesquelles il cherche à les relier, pourvu que, en édifiant lesdites théories, il reconnaisse comme point de départ ou d'arrivée ce principe de sens commun, à savoir qu'*il n'y a pas d'effet sans cause.*

Mais notre plan n'est pas de discuter ici la valeur des conclusions auxquelles, à tort ou à raison, les théories évo-

(1) *Loc. cit.*, p. 51. — Le passage d'Agassiz est extrait de son ouvrage *De l'espèce et de la classification en zoologie,* trad. fr. 1869, pp. 213 et 214.

lutionnistes peuvent conduire. Nous constatons seulement ce fait que, par l'ardeur même que mettent un si grand nombre de leurs tenants autorisés à en faire, sous une forme tantôt modérée, tantôt violente, soit un plaidoyer en faveur du matérialisme, soit un réquisitoire contre toute religion révélée ou naturelle, ils prouvent qu'ils sont poussés, fût-ce à leur insu, par des considérations étrangères à la science : l'apostolat de l'athéisme, l'opposition passionnée ou sincère à toute croyance supérieure à l'ordre matériel peuvent, à l'extrême rigueur, être taxés de thèses plus ou moins philosophiques ; ils n'ont jamais eu et n'auront jamais rien de commun avec les sciences naturelles et avec l'esprit scientifique.

Est-il étonnant, après cela, que par une réaction bien naturelle, des esprits vraiment philosophiques — et nous entendons par là ceux qui ont la notion vraie et complète de l'Être et ne le circonscrivent pas dans le cercle étroit de la seule matière, les philosophes spiritualistes en un mot — comme aussi des âmes religieuses que révolte à juste titre l'audacieuse négation de Dieu et de créatures faites à son image, soient portés à combattre les théories transformistes, même modérées, même restreintes en des limites que ne paraît point réprouver la logique et dont semblerait pouvoir s'accommoder le spiritualisme le plus circonspect ? Le motif qui guide de tels esprits est infiniment respectable assurément, mais enfin l'on ne peut nier qu'il ne soit, dans un sens opposé à celui de tout à l'heure, également extra-scientifique, et ce n'est pas nous d'ailleurs qui leur ferions un grief d'avoir à cœur l'intérêt de la cause sacrée qu'ils entendent défendre bien plus encore que l'intérêt même de la science.

Ainsi se trouve justifiée l'opinion du naturaliste anti-transformiste cité au commencement de ces pages et qui attribue, non sans justesse, le succès des théories qu'il combat, à ce que « des personnes pieuses » se sont *émues*, tandis que « d'autres » personnes se sont *réjouies* à la

pensée que, l'origine de la vie étant découverte, d'antiques croyances en recevraient de graves atteintes (1).

Cependant il n'est que juste de reconnaître que les partisans des systèmes d'évolution ne sont point tous des apôtres de la soi-disant philosophie matérialiste et athée. Il en est qui, sans partager nos croyances, ne leur sont pas, cependant, systématiquement hostiles et se montrent transformistes ou évolutionnistes, avant tout, par sincère conviction scientifique ; d'autres sont nettement spiritualistes, tout en n'embrassant peut-être pas la plénitude des croyances chrétiennes. Enfin l'on en peut citer, et non des moins illustres dans la science, qui n'en restent pas moins des catholiques convaincus.

M. le Mis de Saporta, le brillant paléophytologiste, n'a jamais, que nous sachions, inséré dans ses savants écrits aucune attaque à nos croyances, aucune phrase indiquant une tendance hostile ou contraire. On peut même relever dans son beau livre sur *Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme* quelques passages expressément spiritualistes (2).

M. Naudin, membre de l'Institut, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle à Paris, est aussi un transformiste zélé. Il n'en est pas moins très spiritualiste

(1) Émile Blanchard, *loc. cit.*

(2) P. 62.... " L'idée de causalité ne sort pas du monde ; elle y est seulement „ (par la théorie transformiste) " introduite par une autre voie et conçue autrement que jadis. „

P. 393.... " Il semble que l'on aboutisse forcément à quelque chose d'entier, d'immuable et de supérieur, qui serait l'expression première et la raison d'être absolue de toute existence, en qui se résumerait la diversité dans l'unité, éternel problème que la science ne saurait résoudre, mais qui se pose de lui-même devant la nature humaine. Là serait la vraie source de l'idéal religieux ; de cette pensée se dégagerait d'une façon lumineuse cette conception de notre âme, à laquelle nous appliquons instinctivement le nom de Dieu. „

Sans doute, au point de vue théiste et surtout chrétien, l'on pourrait désirer des affirmations plus catégoriques et plus accentuées. Il n'en est pas moins vrai que ces dernières paroles, terminant comme une conclusion un livre consacré tout entier à plaider au nom du règne végétal la cause du transformisme, séparent nécessairement leur auteur du camp matérialiste et athée.

dans ses tendances, parfaitement respectueux de nos croyances, et va même jusqu'à voir — ce qui est assurément une exagération — la théorie de l'évolution ressortant du texte même de la Genèse (1).

Que dirons-nous de M. Albert Gaudry, également membre de l'Institut et professeur de paléontologie au même Muséum? On lit, dans ses *Enchaînements du monde animal*, que la recherche du plan de la création, c'est-à-dire du plan « où l'Être infini a mis l'empreinte de son unité », est le but vers lequel tendent ses efforts. Puis, mettant en parallèle le système dit *créationniste* (2) avec celui des savants qui pensent que la filiation entre les créatures a été réalisée matériellement, « et que Dieu a produit les êtres des diverses époques en les tirant de ceux qui les

(1) Dans un article de la *Revue scientifique* du 6 mars 1875, M. Naudin soutient que la cosmogonie de la Genèse n'est, d'un bout à l'autre, qu'une théorie évolutionniste, et que Moïse est l'ancêtre de Lamarck, de Geoffroy Saint-Hilaire, de Darwin et de tous les évolutionnistes actuels. Et voici l'exemple qu'il en donne : D'après le récit mosaïque, la création des plantes, depuis l'herbe jusqu'à l'arbre à fruit, a eu lieu en une seule fois, à une même époque. Or il est absolument démontré par la paléontologie que les principaux groupes du règne végétal ont apparu progressivement à des intervalles énormément éloignés l'un de l'autre. Le seul moyen, d'après cela, de concilier la Bible avec la nature, suivant M. Naudin, serait d'admettre la création de types primordiaux successivement et progressivement transformés.— C'est là, croyons-nous, faire dire aux textes ce que l'on a envie de leur faire dire beaucoup plus que ce qu'ils disent réellement. Étant donnée l'interprétation aujourd'hui universellement admise du mot *jour* dans le sens de temps ou époque indéterminée, rien n'oblige à conclure du texte de la Genèse que toutes les plantes ont paru en une seule fois. Il y est dit seulement que, au troisième temps, à la troisième époque de la création du monde, Dieu promulgua la loi en vertu de laquelle les plantes de toute espèce sortirent de terre; il n'y est nullement dit qu'elles apparurent immédiatement et toutes ensemble. Mais on peut voir, par cette interprétation d'un transformiste distingué et très convaincu, que le principe de l'évolution n'a pas pour conséquence nécessaire la négation de Dieu et du surnaturel dans l'esprit de tous ceux qui sont partisans de cette doctrine.

(2) La théorie dite *créationniste* par opposition à *évolutionniste* ou *transformiste*, s'entend dans le sens de ceux qui admettent que Dieu est intervenu directement dans la formation de chacune des quatre ou cinq cent mille espèces dénombrées par la classification moderne. Les transformistes spiritualistes admettent que le Créateur aurait formé seulement quelques types primitifs d'où seraient dérivées, par l'effet d'une loi posée par lui et suivant un plan tracé dans sa sagesse, toutes les espèces subséquentes.

avaient précédés, » il ajoute avec cette modestie qui sied si bien au vrai mérite : « Cette dernière *hypothèse* est celle que je préfère; mais, qu'on l'adopte ou qu'on ne l'adopte pas, ce qui me paraît bien certain, c'est qu'il y a eu un plan. Un jour viendra sans doute où les paléontologistes pourront saisir le plan qui a présidé au développement de la vie. »

Plus loin il ajoute, et c'est par ces belles paroles qu'il termine son introduction : « ... Si petits que nous soyons, c'est un plaisir et c'est même un devoir pour nous de scruter la nature, car la nature est un pur miroir où se réfléchit la Beauté divine (1). »

On voit que M. Albert Gaudry, dont nul sans doute ne s'avisera de contester la valeur et l'autorité scientifique, n'estime pas, avec M. Mathias Duval, que le naturaliste coupable de croire en Dieu « n'a plus qu'à s'arrêter devant l'incompréhensible ». Il ne juge pas non plus que la recherche du plan où l'Être infini a mis l'empreinte de sa beauté et de son unité, soit « la stérilisation définitive, par inutilité, de toute expérimentation et de toute observation ».

Le même savant cite l'opinion d'un illustre géologue belge, mort il y a quelques années, et bien connu pour ses convictions catholiques, d'Omalius d'Halloy. A la fin de sa vie, ayant eu le temps de beaucoup observer et de beaucoup méditer, dit M. Albert Gaudry, ce grand géologue a écrit :

« J'ai peine à croire que l'Être tout-puissant que je considère comme l'auteur de la nature ait, à diverses époques, fait périr tous les êtres vivants, pour se donner le plaisir d'en créer de nouveaux, qui, sur les mêmes plans généraux, présentent des différences successives, tendant à arriver aux formes actuelles (2). »

(1) *Les enchaînements du monde animal. — Fossiles primaires.* Introduction, pp. 3-5. — 1883. Paris, Savy.

(2) *Sur le transformisme.* (Bull. de l'Acad. royale de Belgique, 2e série, vol. XXXVI, décembre 1873.) Cité par M. Albert Gaudry, *loc. cit.*, pp. 291-292.

Nous citons ce passage, non en vue soit d'adhérer à l'opinion qui y est exprimée, soit d'y faire opposition, mais pour faire ressortir la non-unanimité des savants, lorsque certains d'entre eux croient trouver dans le principe de l'évolution une arme victorieuse contre la croyance à Dieu et au monde immatériel, en montrant qu'il en est d'autres qui, pour admettre ce principe, n'en demeurent pas moins fidèles à leurs croyances religieuses.

II

LES DIVERSES ÉCOLES TRANSFORMISTES.

Étant donné ce fait que l'école, ou plutôt *les écoles* transformistes — car il y en a plusieurs — comptent, parmi leurs adhérents : d'une part des adversaires, généralement passionnés, souvent violents, de toute croyance aux causes finales et au plan de la création, c'est-à-dire à Dieu et au monde spirituel, et qui puisent dans leur thèse tout un arsenal d'armes contre ces croyances; d'autre part des disciples désintéressés de toute préoccupation extra-scientifique, en moins grand nombre à la vérité, mais dont plusieurs n'en sont pas moins spiritualistes en philosophie ou même catholiques avérés ; comment expliquer ces contradictions ? comment discerner ceux qui sont véritablement dans la logique de leurs doctrines scientifiques d'avec ceux qui n'arrivent en réalité qu'au moyen d'une ou de plusieurs inconséquences à les concilier avec les tendances particulières de leur esprit ?

Pour arriver à répondre, d'une manière claire et lucide, à ces intéressantes questions, il ne sera pas inutile de retracer, en quelques mots, ce qui constitue la substance des principales théories entre lesquelles se partagent les partisans du principe de l'évolution.

Nous distinguerons le *transformisme* proprement dit,

du *darwinisme*, sur lequel Hæckel a greffé sa théorie du *monisme*, et nous donnerons plus spécialement le nom de *théorie de l'évolution* à la généralisation à outrance de ces différentes thèses, bien que, dans le langage courant, les expressions d' « évolution, » de « darwinisme » et de « transformisme » soient souvent prises indifféremment l'une pour l'autre.

Pris dans son acception restreinte et précise, le *transformisme* consiste dans cette hypothèse que les innombrables espèces qui entrent dans la vaste nomenclature des êtres organisés, végétaux et animaux, auraient eu, pour point de départ originel, un petit nombre de types : ceux-ci, en se modifiant insensiblement de génération en génération pendant une longue suite de myriades de siècles, auraient peu à peu produit toutes les espèces plus ou moins bien caractérisées que déterminent aujourd'hui nos habitudes de langage et nos classifications.

Cette conception n'est pas nouvelle : sans parler des élucubrations des philosophes de l'école sensualiste dans l'antiquité, elle a, depuis trois siècles bientôt, commencé à se faire jour sinon à l'état de théorie complète, telle que nous venons de la définir, du moins dans l'interprétation d'un assez grand nombre de faits. Bacon croyait que les végétaux dégénèrent quelquefois jusqu'à se convertir en plantes d'une tout autre espèce (1). Un siècle plus tard, Linné, tout en admettant la fixité des espèces (2), exprimait cependant, sinon des tendances transformistes, du moins des principes qui, à en croire les adeptes de l'école, impliquaient des conséquences dans ce sens. Il avait dit : *Mineralia crescunt; vegetalia crescunt et vivunt; animalia crescunt, vivunt et sentiunt;* présentant ainsi, dans les caractères des trois règnes de la nature, une bien

(1) *Sylva sylvarum or a natural history*, cité par Mathias Duval, *loc. cit.*, p. 106.

(2) Nous comptons, dit le grand naturaliste suédois, autant d'espèces qu'il est sorti de couples de la main du Créateur.

remarquable gradation. Il avait dit également, après Leibnitz : *Natura non facit saltum,* et ailleurs : *Toute espèce est exactement intermédiaire entre deux autres,* ce qui, affirme M. Edmond Perrier, indiquait chez lui un sentiment profond de la continuité du règne animal comme du règne végétal (1). De plus, dans *Amœnitates* (2), ouvrage publié après le *Systema naturæ*, il aurait, contredisant la thèse soutenue dans son *Systema naturæ*, déclaré qu'il n'aurait aucune répugnance à admettre que toutes les espèces d'un même genre ont pu n'être, à l'origine, que des variétés d'une espèce principale, et qu'elles se sont ensuite multipliées par des générations hybrides (3). Disciple de Leibnitz, Charles Bonnet, philosophe genevois, s'efforçait, vers le même temps, de généraliser la loi de continuité en l'appliquant non seulement aux êtres matériels à partir des corps bruts, mais encore aux esprits, à tout le monde immatériel tant rationnel que surnaturel, en passant, comme intermédiaires, par les végétaux, les animaux et l'homme. Buffon lui-même, à partir de 1766, semble admettre la variabilité des espèces, au moins dans certaines catégories d'animaux. Peu auparavant, De Maillet, consul général en Égypte, avait écrit sous le titre de *Telliamed* (4), qui n'est que l'anagramme de son nom, un ouvrage dans lequel il soutenait que toutes les espèces animales tant aériennes que terrestres, l'homme compris, provenaient, par voie de modifications successives résultant d'adaptations à des milieux différents, des animaux

(1) Cf. *La philosophie zoologique avant Darwin*, par Edmond Perrier, professeur au Muséum d'histoire naturelle, pp. 35 et 36. — 1864, Paris, Alcan.

(2) *Amœnitates Academiæ seu dissertationes variæ physicæ, medicæ, botanicæ*. 1749-1769. — Cité également par M. le Mis de Nadaillac dans *L'origine et le développement de la vie sur le globe*. Paris, 1888, p. 56.

(3) Cf. Mathias Duval, *loc. cit.*, p. 31.

(4) *Telliamed, ou entretiens d'un philosophe indien avec un missionnaire français sur la diminution de la mer, la formation de la terre, l'origine de l'homme*, par Benoît de Maillet, ancien consul de France au Caire. Il mourut en 1738. Son livre fut publié dix ans plus tard, à Amsterdam, par un de ses amis.

marins (1). Vers le même temps, en 1766 et 1768, Robinet publiait deux ouvrages : *De la nature,* et *Considérations philosophiques sur la gradation naturelle, des formes de l'être,* dans lesquels il prétendait, en vertu de la *loi de continuité* de Leibnitz, que tous les êtres forment une chaîne continue, qu'il n'y a ni classes, ni ordres, ni genres, ni espèces, mais seulement des individus naissant de germes qui se développent successivement (2).

Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) est le premier naturaliste qui ait présenté la théorie transformiste en un corps de doctrine complet. S'il expliquait les transformations successives des animaux par des causes regardées aujourd'hui comme difficilement admissibles, du moins était-il bien loin de conclure à la négation de Dieu et des causes finales. Après lui, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire expose une doctrine semblable, mais en expliquant les transformations successives des êtres organisés, non plus comme Lamarck par l'effet lentement réalisé de l'habitude, des besoins et de la volonté, mais par des variations embryologiques brusques durant la vie utérine, subies passivement par les organismes. Geoffroy Saint-Hilaire d'ailleurs se maintient constamment sur le terrain scientifique, il ne tire ni ne prépare aucune conclusion antiphilosophique dans l'exposé de son système, bien que Cuvier lui ait reproché de dissimuler inconsciemment derrière sa théorie une sorte de panthéisme confus. Son fils Isidore, savant non moins distingué, mort en 1861, a suivi les mêmes voies.

Non moins sagace naturaliste que grand poète, l'Allemand Gœthe exprime des idées analogues à celles de Geoffroy Saint-Hilaire, et devient transformiste par l'étude de la physiologie végétale; puis, en 1795, il étend ses observations et ses inductions au règne animal, qu'il fait

(1) Cf. Mathias Duval, *loc. cit.*, pp. 106 et suiv.
(2) Cf. Edm. Perrier, *loc. cit.*, pp. 47 et 48.

descendre des plantes, l'homme compris (1). Il est vrai qu'il cultive l'histoire naturelle dans un esprit moins exclusivement scientifique, s'il faut en croire M. Edmond Perrier; car ce serait en raison même des tendances panthéistiques que Cuvier aurait cru voir dans le système de Geoffroy Saint-Hilaire, que ce système aurait été adopté et ardemment défendu en Allemagne par « le grand, l'illustre Gœthe (2) ». Du reste, déjà à la fin du siècle dernier, Diderot avait cherché à remplacer le Créateur par l'hétérogénie, la génération spontanée et l'évolution (3).

Toutes ces conceptions plus ou moins scientifiques, plus ou moins imaginaires, relatives à l'origine des êtres vivants, n'auraient guère, ainsi présentées, quitté le domaine restreint du monde savant et des esprits cultivés; elles n'auraient pas aisément fait invasion, par l'intermédiaire des écrivains vulgarisateurs, dans la faveur populaire. En tout cas, sous leurs formes ou explications multiples, elles se rapportaient toutes à l'idée mère de la mutabilité des espèces et, par voie d'induction, de leur descendance d'un petit nombre de types ancestraux primitifs.

Le grand succès qu'a, depuis lors, obtenu cette idée, la faveur extraordinaire dont elle a joui et dont elle jouit

(1) De nos jours, M. Renooz exprime des vues semblables. Il soutient que les formes embryonnaires sont, au début, des formes végétales, lesquelles suivent une évolution spéciale à chaque espèce; puis, quand elles sont envahies par les caractères de la vie animale, chaque espèce végétale se fond en une forme animale spéciale qui reste dès lors invariable et ne se fond jamais en une autre espèce animale. —C. M. Renooz, *L'origine des animaux*, 1883. — Cité par M. l'abbé Vigouroux, dans *Les livres saints et la critique rationaliste*, t. II, p. 605. — Cette manière de comprendre la théorie transformiste est, on le voit, en pleine contradiction avec celle qui est le plus généralement adoptée.

(2) Cf. Edm. Perrier, p. 142. — On voit que les transformistes soi-disant *libres* penseurs sont beaucoup moins chatouilleux sur ce qu'ils appellent des considérations étrangères à la science, " antiscientifiques „ comme ils disent encore, quand celles-ci sont dirigées contre nos croyances, que quand elles leur sont favorables.

(3) Vigouroux, *loc. cit.*, p. 575.

encore jusque dans un public qui l'accepte comme un dogme, sans connaître le premier mot de la question, sont dus à la publication par Charles Darwin, en 1859, de son célèbre ouvrage : *De l'origine des espèces* (1). La science profonde dont l'auteur faisait preuve ; le nombre immense des observations qu'il décrivait et sur lesquelles il semblait s'appuyer ; les explications ingénieuses, spécieuses le plus souvent, que sa riche imagination savait trouver pour donner à ses hypothèses l'apparence de vérités démontrées, — ont sans contredit coopéré, dans une large mesure, au succès aussi rapide qu'éclatant de ce livre et de théories, point neuves il est vrai, mais qu'il présentait sous une forme aussi séduisante que nouvelle. Ce qui y a contribué incontestablement plus encore, c'est, comme nous l'avons dit, le parti que l'esprit de secte a entrevu immédiatement la possibilité d'en tirer, pour nier toute intervention surnaturelle dans l'apparition successive des êtres vivants. C'était moins le principe même de la descendance des espèces les unes des autres qui causait la joie de ceux qui se disent libres penseurs, que la manière dont Charles Darwin prétendait en fournir la preuve. Le principe, on vient de le voir, était connu et développé depuis longtemps ; mais nul n'avait encore appuyé la doctrine par des considérations paraissant aussi probantes.

C'est cet ensemble de considérations appliquées au principe de la mutabilité et de la transformation des espèces et en reliant toutes les données par un corps de doctrine particulier, qui constitue à proprement parler le *darwinisme*.

La doctrine darwiniste prétend expliquer, par le seul jeu des lois naturelles, la formation successive de toutes les espèces animées qui peuplent le globe terrestre ; elles proviendraient de quatre ou cinq types primitifs, dont les descendants auraient varié dans leurs formes en se multi-

(1) *On the Origin of species by means of selection.* London, novembre 1859.

pliant et auraient fixé par l'hérédité celles de ces variations qui auraient été avantageuses pour eux. Darwin d'ailleurs laisse en dehors la question de l'origine de ces organismes primordiaux. La base de son système est tout entière dans l'idée d'une soi-disant *sélection naturelle*, dont la pensée lui a été suggérée par l'observation des résultats de la sélection artificielle que réalisent la volonté et les soins intelligents de l'homme. La sélection naturelle serait l'effet des choix spontanés des sexes entre eux, favorisé par la *lutte pour la vie* ou *concurrence vitale*. En y ajoutant l'adaptation aux milieux et quelques autres éléments secondaires, on arriverait à expliquer entièrement, avec l'aide de laps de temps suffisamment prolongés, la formation successive de toutes les espèces considérées comme telles, tant dans le règne végétal que dans le règne animal.

A l'origine, des modifications se seraient produites spontanément chez les premiers organismes. Par quelle cause? L'auteur n'insiste pas sur ce point. Celles de ces modifications qui auraient été avantageuses se seraient transmises aux descendants; celles qui auraient été insignifiantes ou nuisibles ne se seraient pas perpétuées. La transmission des modifications heureuses soit au point de vue de l'utilité, soit au point de vue de la beauté, aurait été produite par cette sélection naturelle dont il vient d'être parlé. C'est-à-dire que, en vertu on ne sait trop de quel choix de la nature, les individus les mieux doués auraient opéré entre eux les rapprochements sexuels, à l'exclusion des autres, dont les formes se seraient ainsi éteintes peu à peu, tandis que les premiers auraient transmis, par la loi de l'hérédité, à leurs descendants, les avantages dont ils se seraient trouvés pourvus. La lutte pour l'existence *(struggle for life)* serait le stimulant le plus énergique de la sélection, les sujets faibles ou moins bien doués étant fatalement sacrifiés par la victoire des plus forts ou des plus habiles : de cette manière les espè-

ces se seraient constituées peu à peu, chaque type se perfectionnant de génération en génération dans le sens du développement de la modification qui lui aurait procuré un avantage sur ses semblables. L'*adaptation au milieu*, c'est-à-dire les modifications subies par les organismes sous l'influence des différents agents climatériques, ainsi que de la nourriture dont ils sont obligés de vivre là où le hasard ou les migrations les ont fixés, contribue aussi, avec les deux causes précédentes, à la formation lente et graduelle des espèces.

Ainsi réduit à son expression la plus simple, dépourvu de toute séduction du langage, de tout artifice de raisonnement, le fond de la doctrine darwiniste paraît se borner à assez peu de chose. Le mode d'explication adopté par Darwin n'est en définitive qu'un système d'hypothèses, très ingénieusement appliqué à la justification d'une première hypothèse. On comprendrait jusqu'à un certain point l'adoption de la théorie darwiniste par des naturalistes qui la considéreraient comme une doctrine provisoire, fournissant une explication plus ou moins plausible de certains faits, pouvant par suite aider à la découverte de lois jusqu'alors inconnues, mais trop incomplète encore pour permettre d'aborder la synthèse générale des faits, n'ayant pas encore, en un mot, une valeur scientifiquement démontrée.

Cette attitude, la seule véritablement scientifique, est celle de quelques transformistes non darwinistes, qui, s'ils ne sont peut-être pas *libres* penseurs, sont du moins des *penseurs*, et des penseurs indépendants d'idées préconçues et de partis pris d'avance. Elle n'est point, hâtons-nous de le dire, celle des disciples de Darwin.

Une telle manière de voir, dit M. Mathias Duval, pouvait être légitime au temps de Lamarck et d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire : elle ne saurait plus être aujourd'hui celle des hommes de science même les plus prudents *(sic)*, « après que Darwin a si merveilleusement relié entre eux

les faits accumulés par ses prédécesseurs et par lui-même, et donné ainsi une réalité scientifique et démonstrative aux idées conçues par ses prédécesseurs(1). » Il y a mieux ; pour le même écrivain, non seulement la théorie transformiste n'est plus une hypothèse provisoire ; elle devient un dogme de la science, la seule théorie scientifique. « On pourrait, dit-il, l'appeler tout simplement la *doctrine scientifique*, puisque la science a pu être définie (?) « l'élimination du surnaturel dans l'explication des choses naturelles. » Et en effet le transformisme, se basant sur ce qu'il observe actuellement quant aux races *et aux espèces*(?), se borne à expliquer l'inconnu du passé par le connu du présent, etc. » (2).

Nous aurons occasion de voir, par la suite de cette étude, tout ce qu'il y a à rabattre de ces affirmations tranchantes, par lesquelles on semble exclure, excommunier du royaume de la science, quiconque n'adhère pas humblement au dogme matérialiste de l'école. Notre rôle se réduit, pour le moment, à exposer l'esprit et les tendances des diverses variétés des doctrines transformistes. Il s'agissait d'établir la différence qui sépare le *transformisme* pur et simple, celui qui se borne à admettre sans chercher à l'expliquer la filiation généalogique des espèces pour se rendre compte des faits observés, d'avec le *darwinisme* qui, feignant de considérer comme des faits acquis les ingénieuses hypothèses explicatives de Darwin, prétend avoir « démontré » la théorie transformiste.

Une troisième école s'est greffée sur l'école darwiniste. C'est celle du *monisme,* dont il a déjà été dit quelques mots plus haut, et qui a pour auteur le célèbre professeur d'Iéna, Ernest Hæckel. De ce naturaliste athée, nous ne dirons pas précisément, avec M. l'abbé Vigouroux, qu'il « s'est chargé de tirer toutes les conséquences du sys-

(1) Mathias Duval, *loc. cit.*, p. 15.
(2) Ibid., p. 13.

tème (1) » de Darwin, mais bien qu'il y a ajouté les nouvelles hypothèses nécessaires pour faire de son système une lourde machine de guerre non seulement contre tout christianisme, mais même contre toute foi, contre toute croyance à autre chose qu'à la matière, aux faits matériels, aux causes matérielles.

Le transformisme en effet, même sous sa forme darwinienne, n'implique pas nécessairement et logiquement la négation du surnaturel, la négation de Dieu. C'est par une extension, qui n'était pas rigoureusement impliquée dans les prémisses posées par Darwin, que ses disciples ont exclu toute idée de causes finales de l'étude des phénomènes naturels. Le naturaliste anglais ne s'était prononcé ni sur le nombre, ni sur la nature des types primitifs, ancêtres premiers, suivant lui, de toutes les espèces successivement formées et développées, ni sur la cause dont ces types primitifs pouvaient provenir. Il admettait, pour le règne animal, quatre ou cinq origines distinctes que l'on pourrait assimiler aux grandes divisions de la classification zoologique connues sous le nom d'embranchements, et ne considérait pas comme une chose impossible que ces souches du règne animal eussent pu descendre d'un seul prototype d'une existence mixte entre la vie animale et la vie végétale. Seulement, cette vue, ne pouvant être établie que par l'analogie, ne lui paraissait pas suffisamment justifiée (2).

Hæckel est allé plus loin que Darwin. Il a résolument fait descendre les types primitifs du savant anglais d'éléments bien plus primitifs encore, mal définis, vivant d'une vie indécise et n'accusant encore aucun caractère tranché dans le sens végétal ou animal. Ces premiers éléments organiques se réduisent à une cellule protoplasmique appelée *amibe* et douée de sentiment et de volonté. La réunion de plusieurs amibes monocellulaires en un groupe com-

(1) Cf. Vigouroux, *loc. cit.*, p. 567.
(2) Cf. Mathias Duval, *loc. cit.* in *Introduction*, p. LIII.

mun forme la *synamibe*, degré un peu plus avancé déjà dans l'évolution vitale (1). Mais l'amibe elle-même n'est que le second terme de la généalogie des êtres. Elle est précédée de la *monère*, corpuscule informe, de petite dimension, ordinairement microscopique, et constitué par une substance homogène, molle, albumineuse, sans structure, sans organes, mais néanmoins douée des principales propriétés vitales : se mouvant, se nourrissant, se reproduisant par la segmentation. Les monères proviennent de composés inorganiques, simples combinaisons de carbone, d'acide carbonique, d'hydrogène et d'azote (2). Monère et amibe sont appelées d'une dénomination commune, *plastides*, comme étant les parties constituantes de l'organisme.

Le champ de l'imagination est immense; et quand elle peut mettre en œuvre des connaissances scientifiques nombreuses, dirigée d'ailleurs par l'esprit sectaire et la haine du surnaturel, c'est-à-dire de Dieu, il n'est pas d'excentricités auxquelles elle ne puisse conduire. Ayant inventé sa monère, produit d'une génération spontanée, Hæckel en fait l'ancêtre primitif de tous les êtres organisés, y compris l'homme, par l'intermédiaire de la généalogie la plus *fantaisiste* que l'on puisse imaginer.

La monère est devenue amibe. Plusieurs amibes, plusieurs plastides, se réunissant en une sorte de communauté sous forme de sphère pleine ou creuse, ont produit la synamibe : *morula* quand les cellules sont toutes semblables, *planula* quand elles sont de deux sortes, la *planula* pouvant être ciliée. Ces premières évolutions sont communes aux deux règnes qui se séparent ensuite. La morula, subissant une invagination analogue à celle d'un ballon de caoutchouc dont un hémisphère serait reployé dans l'autre, et dont les bords se rapprocheraient ensuite, devient une *gastrula*. De la gastrula sort le groupe des *vers* : tur-

(1) Ibid.
(2) Cf. Hæckel. *Histoire de la création*, cité par M. Vigouroux, *loc. cit.*, p. 641.

bellaries, trématodes, nématoïdes, géphyriens, rotifères. De ce groupe sont sorties des sortes d'ascidies ou de mollusques acéphales, sacciformes, sans coquille. L'ascidie s'est perfectionnée : elle est devenue l'*amphioxus*, premier échelon de l'embranchement des vertébrés, un menu poisson leptocardien ou acranien qu'on avait autrefois considéré plutôt comme un ver. L'amphioxus s'est transformé en cyclostome ou lamproie, la lamproie en squale, le squale en *axolotl,* sorte de reptile batracien devenu ensuite salamandre et triton. De l'un ou l'autre de ces urodèles naît un *protamniote* (πρῶτος, premier, ἄμνιον, placenta) ; de celui-ci sort un *promammalien* (pro, *avant*, *précédant;* mamma, *mamelle* pour *mammifère*, par métonymie), d'où naît un marsupial (sarigue, phascolome ou kangurou), et nous voici arrivés en pleine classe des mammifères. Il paraît que, des marsupiaux, sont nés sans intermédiaire les prosimiens ou lémuriens, animaux voisins des singes, tels par exemple que le maki, de Madagascar, vulgairement appelé *singe à museau de renard.* Une fois arrivé au domaine des singes, le professeur d'Iéna paraît se complaire en cette compagnie. Du maki sont nés les singes semnopithèques, du sous-ordre des quadrumanes, qui ont donné naissance à un singe anthropomorphe différent du gorille, du chimpanzé, du gibbon, de l'orang, quoique de même famille et leur ressemblant. Cet anthropomorphe a donné naissance à un singe beaucoup plus voisin de l'homme que les précédents, le *pithécanthrope* ou homme-singe, d'où est enfin issu l'homme proprement dit, qui se trouve ainsi le cousin des singes anthropoïdes.

Chacun de ces degrés est multiple et représente une série de transformations successives. On résumerait plus exactement encore l'échelle des « stades de l'évolution humaine », suivant Hæckel, de la manière suivante :

1er stade, une série de *monères;* 2e stade, une série d'*amibes;* 3e, une série de *morules;* 4e, une série de *planules;* 5e, une série de *gastrules;* 6e, une série de vers *acœ-*

lomes (ἀ privatif, et κοίλωμα, creux, cavité) ; 7e, une série de vers à cavité, voisins des *ascidies*; 8e, une série de formes intermédiaires entre les ascidies et l'amphioxus. Au 9e stade, nous arrivons aux vertébrés, par une série de formes analogues à l'*amphioxus*. — 10e stade, une série de formes vertébrées analogues aux *lamproies;* 11e, une série analogue aux *requins ;* 12e, une série de poissons *dipneustes;* 13e, batraciens à branchies persistantes; 14e, batraciens *urodèles* (salamandres); 15e, formes intermédiaires entre les urodèles et les monotrèmes; 16e, une série de *monotrèmes;* 17e, une série de *marsupiaux*. Au 18e stade, nous tombons dans les lémuriens : série de *lémuriens ;* 19e, série de singes à queue, de la forme *nasique* ou forme voisine ; 20e, série de singes anthropomorphes ; 21e, série d'hommes avec la station verticale mais inaptes à parler, les pithécanthropes. Enfin, 22e stade, une série d'hommes aptes à parler mais à faible intelligence (1).

Notre intention n'est pas de discuter en détail cette étrange et fantastique généalogie. Disons seulement que les ouvrages dans lesquels Hæckel l'a élaborée et présentée, et qu'il a publiés de 1855 à 1879, notamment les deux principaux, l'*Histoire de la création naturelle* et l'*Anthropogénie*, ont eu un immense retentissement et un succès énorme. La première édition de l'*Histoire de la création* paraissait fin de 1868, la septième (allemande) en 1879; et, de 1871 à 1878, des traductions en avaient été faites dans huit des principales langues parlées en Europe.

La prétendue descendance simienne de l'homme, présentée de manière à supprimer toute différence d'essence entre l'être raisonnable et la brute, pour ne les séparer que par une différence de degré, fut la principale cause de ce succès : on entrevoyait, non sans raison, dans cette

(1) Cf. Edmond Perrier. *Le transformisme*, pp. 143 et 144. 1888, Paris, J.-B. Baillière. — F. Vigouroux, *loc. cit.*, pp. 641 à 643.

assimilation de l'homme aux animaux dont il ne serait plus que le premier, la suppression logique de toute morale et, par conséquent, de tout frein aux passions, remplacés par la pleine licence de se livrer sans mesure à tous les appétits. Sans doute les transformistes n'admettent pas tous, ni dans tous ses détails, la généalogie bizarre inventée par Hæckel ; mais, tout comme les monistes, les darwinistes tiennent, la plupart du moins, pour la parenté physique, aussi bien que morale et intellectuelle, de l'homme avec les singes. M. Mathias Duval, dont nous avons eu occasion déjà plus d'une fois, dans les pages qui précèdent, de faire connaître les idées, s'approprie à cet égard toute la thèse de M. de Mortillet. On sait que cet anthropologiste, se fondant sur l'existence, dans des terrains de formation tertiaire, de silex éclatés dans des conditions qui permettaient de supposer une taille intentionnelle, a admis, comme Hæckel, l'hypothèse de l'existence, en cette époque géologique, d'un singe perfectionné dont il crée même plusieurs espèces : il en fait des précurseurs de l'homme et les appelle *anthropopithèques*, sans doute pour ne pas être confondu avec Hæckel, qui avait donné à son homme-singe le nom de *pithécanthrope* (1). M. Mathias

(1) Il semble bien que la priorité de cet étrange concept appartienne à Hæckel, car c'est en 1868 que le professeur d'Iéna publiait la première édition de son " Histoire de la création naturelle " *(Natürliche Schöpfungsgeschichte)*, tandis que c'est le 22 août 1873 que M. de Mortillet a posé pour la première fois la question du précurseur de l'homme, il nous l'apprend lui-même, à la réunion à Lyon de l'Association française pour l'avancement des sciences. Il est vrai que M. de Mortillet y est arrivé par une autre voie que Hæckel. Il est vrai aussi qu'il a été démontré par l'observation, contrôlée elle-même par expériences directes, que, sous l'influence de changements brusques de température, d'alternatives subites d'humidité et de sécheresse, de pressions suffisamment fortes et autres causes naturelles, les silex s'éclatent d'eux-mêmes en revêtant toutes les formes et particularités qui avaient pu faire croire à une taille intentionnelle. Cela n'empêche pas M. de Mortillet de s'écrier, avec cette exquise modestie qui sied si bien au génie :

" Ainsi, par le seul raisonnement, solidement appuyé sur des observations précises, nous sommes arrivé à découvrir d'une manière certaine *(sic)* un être intermédiaire entre les anthropoïdes actuels et l'homme. Cela rappelle Le Verrier découvrant sans instrument, rien que par le calcul, une planète. Cela

Duval accepte comme faits scientifiques désormais indiscutables ces produits d'une imagination intéressée.

« Renvoyant, dit-il, aux leçons bien connues de M. de Mortillet, nous rappellerons qu'on a non seulement retrouvé l'homme quaternaire, mais que l'existence de l'homme tertiaire, ou au moins d'un précurseur de l'homme est aujourd'hui *bien établie (sic)*. Ce précurseur ne nous est signalé que par des traces de son industrie, c'est-à-dire qu'il est maintenant établi d'une manière certaine *(sic)* que, dans les temps tertiaires, existaient des êtres assez intelligents pour faire du feu, tailler des silex et des quartzites (1). »

Plus loin, le même écrivain cherche à éluder l'objection résultant de la nature hypothétique de cette existence qu'il prétend établie *d'une manière certaine*. Pour cela, il fait appel à l'argument d'autorité dans la singulière forme que voici :

« Il ne sera pas sans intérêt de montrer que ces convictions relativement à l'homme tertiaire (qu'on l'appelle *homme, homme-précurseur* ou *anthropopithèque)*, après avoir soutenu l'épreuve de discussions auxquelles ont pris part les hommes les plus compétents, sont aujourd'hui partagées presque partout (!), même par ceux qui s'y étaient opposés à la première heure. »

Pour qui connaît les infortunes de l'homme tertiaire, abandonné aujourd'hui par la grande majorité des savants

rappelle les linguistes découvrant aussi les Aryas rien que par des données de linguistique. „ *(Le préhistorique. Antiquité de l'homme*, 2e édit., p. 105. Paris, 1885) — La comparaison avec Le Verrier devinant la planète Neptune pèche par un point : c'est que, dès que le grand géomètre eut annoncé le résultat de ses calculs, les astronomes observateurs, braquant leurs télescopes vers la région du ciel indiquée, y constatèrent aussitôt la présence de la planète annoncée; tandis que nul géologue, nul paléontologiste, nul anthropologiste n'a jamais découvert nulle part le moindre reste, la moindre fraction d'ossement, la moindre trace pouvant se rapporter à un anthropopithèque ou pithécanthrope quelconque. Jusqu'à présent les " précurseurs de l'homme „ n'ont donné d'autre manifestation de leur existence que des cailloux éclatés sous l'action combinée de la rosée et du soleil.

(1) *Loc. cit.*, p. 454.

autorisés, une assertion aussi affirmative et aussi sûre d'elle-même ne manque pas de piquant. L'écrivain appuie d'ailleurs son dire en raillant agréablement « les hommes de foi », comme feu le R. P. de Valroger et l'abbé Fabre d'Envieu, « s'efforçant d'accommoder le dogme mosaïque avec la doctrine transformiste, ou, pour mieux dire, ce qui est plus encore, avec les faits relatifs à l'homme fossile, à l'homme-précurseur, aux anthropopithèques, » ce qui finalement n'est autre chose que « les conclusions de M. de Mortillet habillées en style biblique (1) ».

Nous aurons à revenir sur ces rapprochements, et à faire voir qu'ils n'ont pas précisément la signification que leur attribue M. Duval. L'honorable professeur, s'il n'était mû par aucune préoccupation étrangère à la science, devrait accueillir les auteurs qu'il cite comme des auxiliaires précieux, plutôt que de parler d'eux en un style qui dénote, sous une apparente courtoisie, un persiflage dédaigneux (2).

C'en serait assez pour faire voir jusqu'où, l'imagination et le parti pris aidant, peuvent conduire les théories darwinistes. Le monisme et l'anthropologie s'en sont emparées pour faire de l'homme une brute perfectionnée, ayant pour ancêtre on ne sait trop quel protiste, monère ou protamœba, qui aurait paru sur le globe par voie de génération spontanée.

Ce n'est pas tout d'ailleurs, et c'eût été dommage de s'arrêter en si beau chemin. Le transformisme est devenu

(1) *Ibid.*, pp, 455 à 457.

(2) Voir la suite, p. 457, où l'auteur plaisante sur l'immortalité de l'âme des anthropopithèques et leur place dans l'enfer et le paradis, d'après une citation tronquée du livre de M. l'abbé Fabre d'Envieu: *Les origines de la terre et de l'homme d'après la Bible et d'après la science.* Paris, 1873. Cette citation n'est pas faite de première main, mais empruntée aux *Hommes fossiles et hommes sauvages* de M. de Quatrefages (Paris, 1884). M. Duval eût été mieux avisé de s'inspirer de l'esprit du savant dont il invoque ici l'autorité, et qui discute les propositions de M. Fabre d'Envieu avec une courtoisie et une convenance parfaites. (Voir ses *Hommes fossiles*, pp. 87, 88 et 89. — Voir aussi *Les origines*, de M. Fabre d'Envieu, pp. 454, 459, 478.)

l'*évolutionnisme* ou, pour parler un meilleur français, la *théorie de l'évolution*, laquelle n'est autre que le transformisme, non plus restreint à la question de la formation des espèces végétales et animales, mais généralisé et devenu une sorte de panacée universelle, applicable à tout. Des astronomes, non de la moindre autorité (sans parler des autres), appellent notre attention sur l'*évolution des astres* (1). Un chimiste anglais bien connu, M. William Crookes, distingue, entre les corps simples ou *éléments*, des corps intermédiaires qui les réuniraient l'un à l'autre par une sorte de transition insensible : une sorte de sélection pourrait s'établir entre les atomes de ces corps intermédiaires ou *méta-éléments*, qui seraient ainsi susceptibles de se transformer les uns dans les autres (2). Mais « l'évolutionnisme » n'a pas seulement envahi la botanique, la zoologie, la géologie, l'anthropologie, la chimie, l'astronomie, en un mot toutes les sciences physiques et naturelles, il s'est encore étendu, comme le fait judicieusement remarquer le R. P. Desjacques, à la philosophie, à l'histoire, à la linguistique (3). Herbert Spencer a écrit *Les bases de la morale évolutionniste;* M. Charles Letourneau, son disciple français, est l'auteur de l'*Évolution de la morale* et même de l'*Évolution du mariage et de la famille*. M. Mathias Duval, dans son matérialiste traité

(1) Cf. *L'âge des étoiles,* mémoire lu par M. Janssen (membre de l'Académie des sciences et du Bureau des longitudes, directeur de l'Observatoire de Meudon) dans la séance publique annuelle des cinq académies du 25 octobre 1887. – Ce mémoire a été reproduit par plusieurs recueils scientifiques, et figure notamment dans les *Notices* de l'*Annuaire* pour 1888 du Bureau des longitudes.

(2) Cf. *Éléments et méta-éléments*. Mémoire lu à la Société chimique de Londres, par William Crookes, F. R. S., traduit par Willy Lewy, ingénieur civil, membre de la Société chimique de Paris. Paris, 1888. — Voir aussi le compte rendu de ce mémoire dans la *Revue des questions scientifiques* d'octobre 1888, t. XXIV, p, 614. Il n'y a pas de raison pour que l'on n'arrive pas ainsi à trouver la fameuse pierre philosophale, si opiniâtrément et si vainement cherchée par les alchimistes au moyen âge.

(3) Cf. *La morale dans l'hypothèse évolutionniste*, ÉTUDES RELIGIEUSES, PHILOSOPHIQUES ET LITTÉRAIRES, liv. de juillet 1888.

du darwinisme, consacre sa vingt-septième et dernière leçon à une étude comparée sur l'évolution des organismes et des langues. L'histoire, par conséquent, n'échappe pas à la « grande loi de l'évolution » ; les événements politiques et sociaux, les développements de la civilisation, les luttes des peuples entre eux par les armes, l'industrie ou l'économie générale, tout cela est la trame de l'évolution. L'évolution, toujours l'évolution, l'évolution partout, pour parler comme M. Renan « l'éternel devenir », tel est le dernier mot de l'école.

Nous ne poursuivrons pas plus loin l'exposé de la marche et des tendances des écoles transformistes et évolutionnistes. Le plan est suffisamment vaste de les envisager seulement dans le champ des sciences naturelles proprement dites. Ce que nous en avons fait connaître jusqu'ici est d'ailleurs plus que suffisant pour expliquer dans une large mesure la répulsion profonde qu'elles inspirent à un grand nombre d'esprits pour qui la science ne se compose pas exclusivement de ce qui nous est révélé par le témoignage des sens, esprits d'ailleurs encore arriérés au point d'en tenir toujours pour la vieille maxime, apparemment surannée : *pas d'effet sans cause.*

A côté de ce groupe important, très hostile, tout naturellement, à des théories qui attribuent l'ensemble entier des phénomènes de la nature, dès l'origine initiale des choses, à des enchaînements de causes secondes et fortuites, sans cause première aucune et sans plan préconçu, — il se rencontre, nous l'avons dit plus haut, d'autres esprits, non moins distingués par l'élévation que par l'étendue des connaissances, qui admettent le principe du transformisme et même, dans une certaine mesure, de l'évolutionnisme, sans y voir les conséquences à perte de vue que trouvent moyen d'en tirer, pour les besoins de leur cause, les adeptes du matérialisme et de la morale indépendante; sans y voir davantage aucune atteinte aux convictions spiritualistes ou chrétiennes qu'ils partagent pour la plupart.

Incontestablement l'on ne saurait, sans une criante injustice, confondre les transformistes de ce groupe dans une même et unique réprobation avec ceux pour qui la théorie de l'évolution est moins une thèse scientifique qu'une machine de guerre contre la vérité. Mais ces esprits honnêtes et sincères ne se tromperaient-ils point? Ne seraient-ils pas le jouet d'une illusion en croyant pouvoir adopter une partie seulement de la doctrine? N'y a-t-il pas là une sorte d'engrenage tel que, en s'y introduisant pour si peu que ce soit, on coure le risque d'être, tôt ou tard, entraîné jusqu'au bout? En d'autres termes, la théorie de l'évolution peut-elle être, même dépouillée des hypothèses dans le sens matérialiste qui y ont été surajoutées, démontrée fausse *à priori*, en tant qu'en opposition certaine avec les principes de la philosophie et plus encore avec les objets de la foi?

C'est ce que nous aurons à examiner.

III

LE TRANSFORMISME DEVANT LE CONGRÈS SCIENTIFIQUE DES CATHOLIQUES ET DEVANT LES « ÉTUDES RELIGIEUSES, PHILOSOPHIQUES, ET LITTÉRAIRES ».

Avant d'aborder l'étude directe de cette question, il ne sera pas hors de propos, croyons-nous, de rechercher à quel point de vue elle a pu être envisagée par de bons esprits, préoccupés avant tout des attaques, contre la foi aussi bien que contre la raison, auxquelles ont servi de prétexte les théories aujourd'hui en faveur. Nous disons : « attaques contre la raison », et nous ne croyons pas dépasser les bornes de la modération en allant jusque-là. Quand on en arrive à des considérations comme celles que nous avons relatées ci-dessus ; quand on prétend qu'il faut à tout prix expliquer par des causes

purement physiques ou chimiques l'apparition de la vie organique, afin de ne pas admettre l'existence d'un agent immatériel, ce qui serait en opposition avec « l'investigation scientifique » ; ou bien, plus explicitement encore, quand on soutient avec Hæckel que la génération spontanée, malgré la démonstration contraire par l'observation des faits, est une hypothèse *nécessaire* et qui ne saurait être renversée ni par raisonnement ni par expérience, parce que si l'on ne l'admet point, l'intervention divine s'impose; quand, disons-nous, l'on en arrive à poser sérieusement de telles affirmations qui reviennent à admettre l'absurdité du phénomène sans cause, afin d'échapper à la notion d'un Dieu personnel et créateur, nous estimons que la raison humaine est outragée non moins directement que les croyances de la foi.

Voyons donc comment les esprits distingués auxquels nous venons de faire allusion comprennent et appliquent la défense contre de telles déclarations de guerre.

La savante revue intitulée *Études religieuses, philosophiques et littéraires,* publiée avec tant de science et de talent par des jésuites français, contenait, dans sa livraison de mai 1888, un article important à plus d'un titre, sous cette rubrique : DEUX CONGRÈS DE SAVANTS CATHOLIQUES *(Paris 3-7 et 8-12 avril 1888)*. La première partie de ce travail, dû au R. P. de Scorraille, a trait au congrès bibliographique décennal organisé par la Société bibliographique universelle et n'intéresse pas le sujet qui nous occupe ici. Quant à la dernière, suivie d'une lettre reproduite comme pièce justificative à l'appui des opinions exprimées par l'auteur, elle se rapporte au congrès scientifique international des catholiques, qui a couronné d'un si brillant succès une tentative entreprise non sans quelques appréhensions et quelques inquiétudes au début.

On comprend sans peine que, dans un congrès scientifique où toutes les branches des connaissances humaines étaient représentées, les théories transformistes ne pou-

vaient être passées sous silence. On comprend également qu'elles aient dû être envisagées non seulement au point de vue purement *scientifique*, au sens restreint et incomplet que la moderne école naturaliste a mis à la mode, mais encore sous le rapport de la portée philosophique qu'elles peuvent avoir, et, par suite, de la mesure dans laquelles elles peuvent ou non intéresser le domaine de la foi.

L'auteur de *Deux congrès* est amené naturellement à s'occuper de la manière dont le congrès scientifique a envisagé la question. C'est même le seul point de vue, à très peu près, sous lequel, après les observations et remarques générales, il se soit placé pour en parler. Or, dès les premières lignes, il exprime formellement le regret que l'insistance mise par les auteurs de divers mémoires à ramener les théories transformistes dans la discussion n'ait pas paru « naître toujours du désir de les réfuter ».

Ceci nous révèle du premier coup la disposition d'esprit de l'auteur. Visiblement toute théorie transformiste, dans quelque mesure et quelque direction qu'elle soit admise par ses partisans, lui paraît devoir être repoussée en principe, en bloc et *à priori*. En effet, que « l'apparition successive des animaux par voie d'évolution progressive, d'ascension d'une espèce inférieure à une espèce supérieure, de transformation enfin » ait pu être exposée et soutenue, c'est, aux yeux du savant jésuite, « déjà beaucoup trop ». Mais que l'on ait pu étendre cette conception jusqu'à l'organisme humain et soutenir que, réserve étant faite de l'âme créée à l'image divine et insufflée sur le premier corps humain par l'Esprit de Dieu *(spiraculum vitæ)*, la théorie transformiste n'était pas, en soi, contraire à l'orthodoxie, c'est ce qui paraît le révolter et le blesser dans ses sentiments les plus chers. Sans vouloir examiner ce que peuvent valoir scientifiquement « ces fictions répugnantes », il passerait volontiers sous silence des hardiesses presque isolées (?) au sein du Congrès, si, dit-

il, on n'avait paru les attribuer au Congrès lui-même, les couvrir de son autorité et « presque les encourager par sa faveur supposée ». Suivent d'éloquentes protestations destinées à justifier le Congrès d'une imputation aussi diffamatoire ; un appel enflammé aux dénégations qui se seraient certainement fait entendre si l'on n'eût pas craint de pénétrer dans le domaine de la théologie, dénégations qui auraient « réclamé au nom des livres saints, de la tradition catholique, du sens chrétien, sans parler de la saine philosophie » ; une énergique affirmation enfin de la « réputation méritée d'orthodoxie » du Congrès : cette réputation ne saurait être atteinte par l'énoncé d'opinions peu sûres dont sont responsables seulement ceux qui les ont émises, mais elle serait gravement compromise si l'on parvenait à faire croire au public que ces opinions isolées ont été partagées par le Congrès, et si on les vulgarisait parmi les catholiques sous le couvert de cette savante assemblée.

Il paraît, au surplus, que l'on aurait tenté de le faire. Peu de jours après la clôture des séances, le 24 avril, M. l'abbé X. faisait, nous apprend le R. P. de Scorraille, une conférence publique dans laquelle il se montrait « ardent avocat du système transformiste », et s'efforçait d'abriter son orthodoxie sous l'autorité du Congrès. Tout en rendant hommage à la bonne foi de M. l'abbé X. « très excusable d'aimer à propager des doctrines de la solidité desquelles il est persuadé », l'écrivain se plaint du tort que l'on ferait aux intérêts du Congrès comme à ceux de la vérité, « en voulant généraliser les tendances doctrinales de quelques hommes ». Puis il ajoute, comme s'il éprouvait le besoin de se justifier, que, ayant voulu servir les uns et les autres, ce serait se montrer leur ennemi que de lui reprocher sa campagne. « Ce serait le blâmer d'avoir prouvé que le Congrès a été plus irrépréhensible qu'on ne le donnait à entendre. »

Ou les considérations que nous venons de résumer n'ont

pas de sens, ou elles signifient que, dans la pensée de l'écrivain, toute adhésion, si modérée, si restreinte soit-elle, à la théorie de la descendance est, par elle-même, contraire aux livres saints, à la tradition catholique, au sens chrétien, comme à la saine philosophie. Nous aurons à discuter cette opinion, partagée, avons-nous dit, par plusieurs bons esprits. Auparavant, complétons l'analyse qui précède en rendant compte de la lettre d'un membre du Congrès, sous la signature Ch.***, que le P. de Scorraille reproduit à la suite de son article et dont elle est le complément obligé.

L'auteur anonyme de cette lettre expose d'abord que, au dernier jour du Congrès, plusieurs de ses membres inclinaient à voir dans la conclusion des débats auxquels ils avaient assisté ou pris part, une confirmation de leurs idées personnelles ; car, ajoute-t-il, « il est si doux de penser qu'on nous donne raison ! » Puis il ajoute que, dans la dernière séance de la section des sciences naturelles, un membre crut pouvoir affirmer que la majorité des membres du Congrès était favorable à l'hypothèse transformiste, l'intervention divine étant sauvegardée notamment en ce qui concerne la création de l'âme humaine, et que par conséquent il était en droit de conclure que cette hypothèse, même en ce qui touche l'organisme humain, n'a rien d'hétérodoxe et qu'elle est parfaitement admissible.

Sur quoi, le correspondant des *Études* demande la parole aussitôt, afin, nous dit-il dans sa lettre, de ne pas laisser passer sans protester une pareille assertion. Il expose que, ne voulant pas paraître souscrire à l'admissibilité de l'hypothèse transformiste, il se bornera, sans aborder le côté théologique de la question, à déclarer *cette hypothèse inadmissible parce qu'elle est antiscientifique.*

A ce point de son récit, l'auteur de la lettre ouvre une parenthèse pour apprendre à ses lecteurs que, « à l'émotion de certains membres, il avait constaté avoir mis le

doigt sur la chair vive » (?). Puis il reprend l'exposé de son discours.

« Une hypothèse est antiscientifique : 1° quand *elle est inutile;* 2° quand elle est *en opposition avec les faits* les mieux avérés ; 3° quand enfin elle est habituellement *pure affaire de sentiment et d'imagination :* or telle est la théorie transformiste. »

Pour démontrer qu'elle est *inutile*, l'orateur énonce qu'elle n'explique aucun fait qui n'ait déjà reçu son interprétation naturelle, et il invoque, à l'appui de son dire, l'autorité de Linné, de Cuvier, de *Geoffroy Saint-Hilaire* et d'Agassiz.

Comme preuve de l'*opposition* de l'hypothèse évolutionniste *avec les faits* les mieux avérés, il résume, — laissant de côté la sélection naturelle, « ce grand ressort du transformisme, qui n'existe pas dans la nature, » — les objections le plus habituellement formulées par les adversaires de la doctrine et auxquelles, il faut bien le reconnaître, les partisans de celle-ci n'ont jamais répliqué d'une manière satisfaisante ; principalement la fécondité, illimitée dans le sein des groupes constituant les espèces, nulle ou restreinte à un petit nombre de générations d'un groupe à un autre, et ne se retrouvant que parmi ces subdivisions d'un même groupe désignées sous l'appellation de *variétés* ou *races;* que si cette stabilité des espèces ne peut être vérifiée parmi les fossiles, l'argument se retourne contre les transformistes, car moins encore peuvent-ils y prouver la filiation d'un type à un autre.

Enfin, si la thèse évolutionniste a pu être acceptée par des hommes sérieux, c'est qu'ils en ont fait *une affaire de sentiment.* La preuve est tirée des aveux de partisans de l'école transformiste qui n'ont assurément rien à voir dans des discussions entre membres d'un congrès *catholique*, M. Ferrière, M. Contejean, qui, après avoir reconnu les difficultés auxquelles se heurte la théorie, ajoutent que néanmoins elle a leurs *préférences.*

Comme péroraison, l'orateur déclare, « au nom d'hommes réellement compétents » et, ajoute-t-il, « sans crainte d'être démenti par les faits », que « *avant dix ans, il n'y aura plus, dans nos facultés, un seul transformiste parmi les professeurs d'avenir* ».

L'estimable correspondant des *Études religieuses* ne termine pas là sa lettre. Il la continue en signalant un mémoire lu par M. le Mis de Nadaillac à la section d'anthropologie, et appelle l'attention sur un argument de ce savant contre la théorie de l'évolution appliquée à l'homme : toutes les races humaines étant reconnues appartenir au même type spécifique, il n'est pas probable que l'homme provienne de la transformation d'un mammifère ; car, ces derniers étant très différents dans les différentes parties du monde, l'homme devrait présenter des différences typiques aussi profondes.

Puis, rappelant les félicitations des uns, après la séance close, les objections de détail des autres, il termine sa missive par une citation empruntée à l'anthropologiste Virchow et que nous reproduirons après lui :

« Quant au transformisme, je peux le dire, on a rarement vu un si grand problème traité aussi légèrement, pour ne pas dire aussi follement. S'il s'agissait uniquement, au milieu de la masse des phénomènes connus, d'en choisir et grouper habilement quelques-uns, pour rendre une théorie plausible; alors nous pourrions, tous tant que nous sommes, nous installer dans le fauteuil de grand-père, allumer un cigare et créer de toutes pièces une théorie. (*Congrès anthropologique de Francfort*, 1882.) »

L'article des *Études religieuses* que nous venons d'analyser correspond à deux ordres d'idées différents, bien que l'on puisse, croyons-nous, rattacher sans trop de peine le second au premier. Dans la vigoureuse polémique du R. P. de Scorraille, on ne peut guère discerner que des considérations de sentiment. Le pieux écrivain traite de

« fiction répugnante » l'hypothèse en question : il s'indigne à la pensée qu'on puisse supposer que le premier homme, Adam, l'ancêtre de Notre-Seigneur Jésus-Christ, aurait été enfanté et allaité par un animal (1). Il considère la théorie transformiste, même réduite aux limites où un savant spiritualiste semble pouvoir l'accepter, comme étant en opposition avec l'Écriture sainte, avec la tradition chrétienne, avec la saine philosophie. Cependant une assertion aussi grave n'est accompagnée d'aucun essai de démonstration : on sent qu'elle part de l'abondance du cœur de l'écrivain, dans un mouvement oratoire éloquent et sous l'impression d'un sentiment infiniment respectable sans aucun doute ; mais en matière scientifique, même quand il s'agit de combattre une hypothèse contestable et ne reposant que sur des faits incomplets ou insuffisamment établis, le sentiment, si élevé soit-il, ne constitue jamais qu'un médiocre argument. Il est dit au verset 7 du chapitre II de la Genèse que Dieu forma l'homme du *limon* de la terre : *Formavit igitur Dominus Deus hominem de* LIMO *terræ*. Toute la question est de savoir si ce *limon*, cette *boue* doit s'interpréter nécessairement dans le sens strictement littéral, ou si l'on peut loisiblement admettre cette interprétation : *de limo* JAM VIVENTI, JAM ANIMATO. Déjà, au commencement du sixième jour, Dieu avait dit : *Producat* TERRA *animam viventem,... jumenta, et reptilia, et bestias terræ*. C'était donc de la terre que, sous l'action de la parole créatrice, étaient nés les animaux ; et puisque l'organisme humain et les organismes inférieurs ont une commune origine, quoi d'illogique, quoi de répugnant dans l'hypothèse que l'homme, venant après tous les autres êtres vivants comme leur couronnement, serait

(1) « Dieu, cependant, d'après cette hypothèse, aurait saisi, dans sa formation même, le fruit de quelque génération simienne pour lui infuser la première âme spirituelle, et une femelle animale aurait enfanté, nourri, élevé un homme véritable, notre ancêtre et celui de Jésus-Christ ! » *(Deux congrès de savants catholiques,* ÉTUDES RELIGIEUSES, liv. de mai 1888, p. 106.)

dérivé d'eux, nés eux-mêmes de la terre, au lieu d'être né *directement* de cette même terre ? La dignité d'ancêtre de Notre-Seigneur ne semble pas compromise par cette hypothèse que le Créateur aurait insufflé l'âme spirituelle faite à son image sur un organisme déjà tout formé avec des éléments originairement empruntés à la terre, au lieu d'en animer une sorte de statue pétrie dans un morceau d'argile.

D'autre part, énoncer simplement qu'une hypothèse scientifique est en quelque sorte la contradiction des « livres saints, de la tradition catholique, du sens chrétien, sans parler de la saine philosophie », ne suffit pas à constituer un argument probant : il faudrait qu'une telle affirmation fût justifiée par des développements concluants. Nous aurons à revenir sur ce sujet, et il se pourrait que nos conclusions fussent différentes de celles de l'honorable écrivain.

La seconde partie du chapitre consacré au congrès scientifique des catholiques est composée de la lettre anonyme que nous avons analysée. Elle contient une argumentation, *tirée de considérations scientifiques* contre les théories transformistes, ce en quoi elle diffère de la première partie ; mais au ton général de l'orateur (surtout quand on a eu la bonne fortune de l'entendre), comme à diverses réflexions qui précèdent et suivent sa réfutation, on constate aisément que le sentiment n'a pas eu moins d'influence sur son opinion qu'il n'a pu en avoir sur les transformistes eux-mêmes. Son argumentation scientifique d'ailleurs est-elle bien solide ? Pour parler de son premier chef de preuves, l'*inutilité* de l'hypothèse transformiste est-elle irréfutablement établie par la simple assertion que tous les faits qu'elle explique trouvent une explication aussi plausible et aussi naturelle dans la théorie créationniste ? L'autorité de Linné et surtout celle de Geoffroy Saint-Hilaire sont peu heureusement invoquées à l'appui de cette dernière : Geoffroy Saint-Hilaire, on l'a vu plus

haut, était explicitement transformiste, et Linné, vers la fin de sa vie, se montrait assez disposé à accepter le principe de la mutabilité des espèces. D'ailleurs autre chose est, dans les sciences d'observation, l'*utilité* d'une théorie et sa certitude. En physique, la théorie du rayonnement ou de l'émission, pour expliquer les phénomènes calorifiques et lumineux, a longtemps été universellement admise ; elle est aujourd'hui complètement abandonnée et remplacée par celle des ondulations qui paraît beaucoup plus conforme à la vérité. S'ensuit-il qu'elle ait été inutile ? Nullement. Elle a servi à coordonner, à synthétiser un grand nombre de faits et a favorisé les progrès et les découvertes qui ont permis, par la suite, de concevoir et d'établir une théorie plus ingénieuse, plus vraie et probablement définitive. Dans la question qui nous occupe, quand une hypothèse, si incomplète et si contestable qu'elle puisse être, a provoqué d'aussi beaux travaux que les *Cryptogames* (1) et les *Phanérogames* (2) de MM. de Saporta et Marion, l'*Origine paléontologique des arbres* (3) et le *Monde des plantes* (4) du premier de ces deux auteurs, ou bien encore les *Mammifères tertiaires* (5), les *Fossiles primaires* (6) et *Les ancêtres de nos animaux* de M. Gaudry (7), sans parler d'autres nombreux et importants ouvrages du même savant, il semble vraiment quelque peu

(1) Paris, 1881. Germer-Baillière.
(2) Paris, 1885. Félix Alcan.
(3) Paris, 1888. J.-B. Baillière.
(4) Paris, 1879. G. Masson.
(5) Paris, 1878. Savy.
(6) Paris, 1883. Savy.
(7) Paris, 1888. J.-B. Baillière. — Précisément, dans *Les ancêtres de nos animaux*, l'éminent géologue donne incidemment un exemple assez frappant de l'utilité que l'on peut retirer pratiquement de la théorie de la descendance. Et remarquons que ce savant est un croyant qui voit, dans cette théorie, précisément une forme du plan divin.

" Lorsque l'on veut savoir l'âge d'un terrain, dit M. Gaudry, page 20 de ce récent ouvrage, on fait la liste de ses fossiles et on la compare avec les diverses listes d'espèces caractéristiques.... Cette méthode est souvent excellente,... mais elle est d'un emploi très difficile ; car les espèces se comptent par milliers.... Ajoutons que souvent l'on ne rencontre que des espèces nouvelles,

téméraire de la taxer d'inutilité. D'ailleurs est-il donc si irrécusablement établi que tous les faits s'expliquent naturellement et avec évidence par la théorie créationniste telle que l'entendaient Cuvier et Agassiz? Les innombrables et consciencieux travaux de M. Gaudry lui ont montré — dit M. le Mis de Nadaillac dans une éloquente brochure où d'ailleurs il combat impartialement la thèse générale de l'évolution — des passages d'espèce à espèce, de genre à genre, de famille à famille et même d'ordre à ordre, et cela en si grand nombre et en telle importance « qu'il est difficile de marquer avec précision le moment où les uns finissent et où les autres commencent » (1). L'étude que l'illustre paléontologiste poursuit depuis de si longues années rend difficile de ne pas admettre avec lui que, dans l'immense durée des âges géologiques, l'histoire d'une époque a, tout au moins d'une manière partielle, sa raison d'être dans l'histoire de celle qui l'a pré-

de sorte que, malgré la connaissance de longues listes de fossiles, on se trouve dans un grand embarras. „

C'est alors que, pour sortir de cette difficulté, les paléontologistes sont conduits à recourir à la doctrine de l'évolution, laquelle n'a pas seulement, comme le pensent quelques-uns, un intérêt philosophique. Il me semble, au contraire, ajoute M. Gaudry, “ que nulle question n'importe davantage à la géologie pratique „. Et le savant professeur du Muséum expose avec de nombreux détails le secours important que la théorie de l'évolution peut prêter pour la détermination des couches de l'écorce terrestre. Car, dit-il, “ si l'on désespère de découvrir un plan dans l'ensemble de la création. si l'on ne suppose pas que l'histoire du monde organique est l'histoire d'une évolution où tout se lie, où l'être d'aujourd'hui descend de l'être d'hier et sera le propagateur de l'être de demain, on n'a pas de raison pour s'attendre à trouver telle ou telle forme dans un terrain plutôt que dans un autre „.

Ainsi, à ne considérer que la question de la détermination, en géologie, de l'âge relatif des innombrables couches de terrain dont se compose la croûte solide de notre sphéroïde, la théorie de l'évolution est d'un utile concours. Donc, à supposer qu'elle soit un jour démontrée vaine au point que, “ avant dix ans, il n'y ait plus, dans nos facultés, un seul transformiste parmi nos professeurs d'avenir, „ il n'en restera pas moins ceci qu'elle aura rendu des services dans l'importante et difficile question de la classification des terrains. Il est donc prudent et sage de ne pas déclarer, sans connaissance suffisante, une théorie *inutile*, par cela seul qu'elle nous déplaît et nous semble, à tort ou à raison, contraire à la “ saine philosophie „.

(1) *L'origine et le développement de la vie sur le globe*, p. 66.

cédée (1). Les produits des dragages des navires affectés à des expéditions scientifiques ont révélé une telle variété de formes zoologiques qu'il est souvent presque impossible de leur appliquer les classifications les mieux établies jusqu'ici : les types de transition abondent ; entre les groupes qu'on avait toujours considérés comme nettement séparés, on trouve de nombreux intermédiaires, et souvent une espèce ne diffère d'une espèce voisine que par des nuances imperceptibles (2).

Pour s'en tenir seulement à quelques animaux terrestres, on constate parmi les lacertiens une série de types dont les quatre pattes s'amoindrissent de plus en plus, jusqu'à l'orvet qui n'en a plus que des rudiments cachés sous la peau et ne se révélant que par la dissection, formant ainsi une transition insensible pour arriver aux ophidiens complètement dépourvus de membres. Entre le mastodonte et l'éléphant, deux genres bien distincts et nettement caractérisés par la différence des dentitions, Falconer a trouvé vingt-six autres types proboscidiens intermédiaires, établissant une gradation insensible de l'un à l'autre. Depuis lui, cette gradation a été rendue plus complète encore par la découverte de deux nouvelles espèces. Dans la durée des âges tertiaires, les ruminants et les équidés succèdent aux pachydermes, et les travaux de la paléontologie révèlent entre eux de nombreux passages, en sorte que, malgré d'inévitables lacunes, malgré le contraste frappant des types extrêmes, les séparations sont difficiles à établir. Parmi les pachydermes actuels, des caractères profondément différents séparent ceux du groupe ayant les doigts en nombre impair, comme le rhinocéros et le tapir par exemple, et ceux du groupe à doigts pairs, comme l'hippopotame et le porc. Mais si l'on se reporte aux espèces fossiles aujourd'hui reconstituées par les découvertes des paléontolo-

(1) *Ibid.*, p. 65

(2) M. Milne Edwards, mémoire lu à l'Académie des sciences le 21 février 1881. Cité par M. le Mis de Nadaillac.

gistes, « les lacunes se comblent, les espèces se rapprochent, et il est difficile d'échapper à la pensée d'une descendance commune (1) ».

On pourrait multiplier les exemples ; et, si l'on se livrait à une investigation analogue dans le règne végétal, on retrouverait pareillement, entre des types nettement distincts, des séries d'intermédiaires établissant, des uns aux autres, des gradations insensibles ou bien des successions de types en progression continue. Pour n'en citer qu'un exemple, entre les modestes algues unicellulaires et les végétaux phanérogames gymnospermes et angiospermes à organisation si compliquée et si parfaite, quel abîme en apparence infranchissable ! Et cependant les équisétacés, les fougères, les ophioglossés, les rhizocarpés, établissent une gradation ascendante jusqu'aux cryptogames hétérosporés tels que les lycopodiacés, d'où la progression continue d'une part vers les gymnospermes (cycadés, conifères) par les progymnospermes (sigillariés, poroxylés, cordaïtés, etc.), d'autre part vers les angiospermes, tant monocotylédonés que dicotylédonés, par les proangiospermes (yuccites, williamsonias, kaidocarpés, etc.) (2).

Enfin, il est encore, en faveur des hypothèses transformistes, une considération importante et qui suffirait, à elle seule, à renverser l'argument contraire tiré de leur prétendue inanité, c'est celle de la présence d'organes rudimentaires complètement inutiles sur un grand nombre de types : fausses mamelles chez les mâles, lobes des poumons chez les serpents, dents fœtales de la baleine, ailes rudimentaires chez l'autruche et autres oiseaux qui ne volent pas, ailes membraneuses sur le dos de certains insectes protégé par des élytres soudés, pédoncule de l'œil chez des crustacés aveugles (3). Ces organes sans fonctions, dit

(1) Cf. Mis de Nadaillac, *loc. cit.*, pp. 66 et 67 ; Gaudry, *Mammifères tertiaires*, pp. 43 et 44.

(2) Cf. Saporta et Marion : *Cryptogames*, p. 56 ; *Phanérogames*, t. I, p. 201.

(3) Cf. Darwin. *Origine des espèces*, cité par le Mis de Nadaillac, *loc. cit.*, p. 69.

M. de Nadaillac, restent inexplicables pour ceux qui contestent la doctrine de l'évolution.

Qu'il nous soit permis de signaler à ce propos une réponse qui fut adressée, au sein du congrès scientifique des catholiques, à l'auteur du discours analysé plus haut, et que l'orateur n'a point mentionnée dans sa lettre aux *Études religieuses*. Sitôt qu'il eut terminé son réquisitoire, la parole fut demandée par un savant naturaliste belge, M. l'abbé Smets, docteur en sciences naturelles, professeur de sciences dans un collège ecclésiastique, qui déclara que, très opposé jadis, de même que le préopinant, aux doctrines transformistes, il en était devenu partisan convaincu depuis que ses études pratiques l'avaient amené à approfondir l'anatomie comparée d'un grand nombre d'espèces animales, fossiles ou vivantes ; ayant constaté que, chaque fois que des organes rudimentaires ou sans emploi existent sur un type, invariablement ils se retrouvent à l'état normal en un type voisin. Nous n'avons pas souvenir qu'il ait été répliqué à cette réponse du savant belge, ni que l'opinion exprimée par son contradicteur ait paru rencontrer grande adhésion dans l'assistance. Ceci d'ailleurs importe peu. Ce que nous voulons faire ressortir de ce qui précède, ce n'est pas un plaidoyer en faveur de la théorie transformiste en elle-même, n'en étant d'ailleurs pas plus partisan qu'adversaire, mais bien cette conclusion qu'une théorie qui peut se prévaloir de tels arguments, et fournir de plusieurs faits des explications qui n'existent pas ailleurs, ne saurait être, sans injustice, taxée d'*anti-scientifique* et traitée d'*inutile*, quelle que soit d'ailleurs la valeur des arguments qu'on ait à lui opposer.

La seconde proposition de l'orateur antitransformiste du Congrès (« Opposition du système évolutionniste avec les faits les mieux avérés ») est soutenue, dans sa lettre aux *Études religieuses*, d'une manière plus heureuse. Il indique à grands traits les graves objections toujours subsistantes à l'encontre de la théorie. Désirant traiter plus

loin ce côté de la question pour notre propre compte, nous n'avons pas à y insister ici. Observons toutefois que l'orateur n'a justifié que partiellement son dire. Il a bien constaté que beaucoup de faits sont en opposition avec les explications fournies par Darwin, et que l'observation des êtres actuellement vivants n'a jamais permis d'établir, d'une manière certaine et concluante, le passage d'une espèce légitime à une autre ; il a pu dire en toute justesse que l'on n'a aucun moyen de vérifier ce passage parmi les espèces éteintes : il n'a pas démontré que ce qui ne se vérifie pas aujourd'hui n'ait pas eu lieu aux temps géologiques ; et, quand il s'agit d'une simple hypothèse, il ne suffit pas, pour la renverser, de rappeler que la réalité n'en est pas constatée ; il faut encore prouver qu'elle n'a pu avoir lieu. Quand d'ailleurs l'honorable orateur énonce que « les transformistes n'ont pas un seul fait à invoquer en leur faveur », il nous paraît s'avancer beaucoup, car nous avons pu en citer un certain nombre.

Quant à la troisième proposition, à savoir que l'hypothèse transformiste est « pure affaire de sentiment et d'imagination », il ne nous semble pas que, prise dans sa généralité, elle soit entièrement exacte. Certes, on ne saurait nier que l'imagination ait une large part dans les explications de la thèse évolutionniste inventée par Darwin : ses continuateurs et ses disciples y ont ajouté non seulement le sentiment, mais la passion, parfois même la passion violente ; et c'est à en fournir les trop nombreuses preuves que nous avons consacré les premières pages de cette étude. Mais il ne s'agit ici ni des conceptions matérialistes entées sur l'idée adoptée et développée successivement par Bacon, de Maillet, Buffon, Robinet, Lamarck, les Geoffroy Saint-Hilaire, ni des ingénieuses subtilités dont l'a habillée Darwin, non plus que des *préférences* de MM. Ferrière et Contejean. Il s'agit simplement de ceci, qu'un certain nombre des faits constatés dans l'étude comparée des espèces organiques se présentent tels qu'ils

pourraient être si les diverses espèces aujourd'hui connues étaient dérivées les unes des autres : de là à ouvrir l'hypothèse que cette dérivation ou descendance a eu lieu, la transition est toute naturelle, tout indiquée, sans qu'il soit besoin de se mettre en grands frais d'imagination pour la trouver. Le tort de certains transformistes, les uns sincèrement convaincus, les autres mus par une conviction plus ou moins intéressée, est de quitter le terrain hypothétique, jusqu'à plus ample informé le seul admissible, pour donner leurs hypothèses de toute nature comme certitude acquise, comme un dogme de la science, et de mériter ainsi cette sévère mais juste appréciation d'un savant anthropologiste : « Dans l'état troublé de la société moderne, au milieu du désordre des idées dont nous sommes les témoins attristés, la science est devenue plus dogmatique, plus impérieuse que ne fut jamais la religion. Elle compte par milliers des adeptes qui parlent avec emphase de la science moderne, souvent sans en connaître le premier mot. Je me trompe, on leur a appris que la science moderne était la négation de la création, la négation du Créateur. Dieu est de l'ancien régime, l'idée de sa justice pèse sur nos consciences énervées. On accepte sans réflexion, on applaudit sans réserve tout ce qui semble permettre de regarder son action comme une hypothèse sans preuve (1). » Mais ceci est l'exagération et l'abus du système évolutionniste, et n'en est tiré qu'en lui ajoutant de nouvelles hypothèses non impliquées dans ses prémisses ; au regard du système ainsi compris, l'orateur du Congrès peut être bon prophète en nous annonçant que, « avant dix ans, il n'y aura plus, dans nos facultés, un seul transformiste parmi nos professeurs d'avenir ». Nous croyons qu'il s'est avancé beaucoup si, dans sa pensée, cette prédiction se rapportait à l'hypothèse de la descendance réduite à ses limites normales et légitimes.

(1) Mis de Nadaillac. *loc. cit.*, p. 59.

Il est bien évident que la pensée et les intentions des auteurs de l'article des *Études religieuses*, dont nous nous permettons de ne pas partager l'opinion, sont au-dessus de tout éloge. Ils voient, non sans raison, cela n'est que trop démontré, une redoutable machine de guerre contre la vérité philosophique et religieuse, dans les théories transformistes, du moins dans celles dont les adeptes sont le plus bruyants, le plus audacieux et le plus absolus ; et ils en tirent la conclusion qu'il faut à tout prix abattre ces théories en bloc et sans distinction, afin d'écraser le serpent dans l'œuf. Seulement sont-ils entièrement et exclusivement dans le vrai en ne voyant dans le système que ce qu'ils y voient, et en n'établissant pas une distinction suffisante entre la théorie évolutionniste outrée et la simple hypothèse transformiste telle que l'ont comprise, par exemple, des naturalistes comme Alfred R. Wallace et Saint-George Mivart en Angleterre, d'Omalius d'Halloy en Belgique, MM. Naudin, de Saporta et Albert Gaudry en France ? Autrement dit, le transformisme ainsi compris est-il en opposition avec la saine philosophie, comme avec l'esprit chrétien et l'Écriture sainte ?

IV

L'ÉVOLUTION DEVANT LA PHILOSOPHIE, L'ÉCRITURE ET LA TRADITION.

Que faut-il entendre par « saine philosophie » ?

Sans entrer dans une dissertation technique à ce sujet, on peut dire, généralement parlant, que la saine philosophie est celle du sens commun, celle qui, n'admettant pas qu'il puisse exister des phénomènes sans une cause pour les produire, ne se contente pas de classer et de coordonner les causes secondes, mais s'élève jusqu'à la notion métaphysique des causes premières — ou mieux de l'uni-

que cause véritablement première — pour leur rattacher, comme un ensemble de chaînes à un anneau commun et initial, toutes les différentes branches des connaissances humaines.

Autrefois, lorsque l'observation et le raisonnement n'avaient pu collationner encore qu'un petit nombre de faits et de conclusions, la philosophie embrassait le cycle entier du savoir. Son domaine se partageait en plusieurs provinces correspondant aux diverses *sciences*, en prenant ce mot dans son acception normale : sciences physiques, naturelles, cosmologiques, mathématiques, historiques, sociales, morales, psychiques, métaphysiques. Au fur et à mesure que le champ des investigations de toute nature allait s'élargissant, le domaine de la philosophie devenait trop vaste pour l'étendue de l'esprit humain. Le principe de la division du travail entra par la force des choses dans la pratique intellectuelle : chaque science particulière vit peu à peu se constitner son autonomie, et la philosophie proprement dite se réserva le domaine des idées, c'est-à-dire des phénomènes intellectuels, des opérations de la raison : la métaphysique qui, partant des idées nécessaires posées *à priori*, en déduit les conséquences ; la psychologie qui, observant les phénomènes du *moi*, en induit la nature de l'âme humaine ; la morale, science des droits et des devoirs rapportés au principe idéal du bien ; la logique, guide de l'esprit dans la recherche du vrai ; l'esthétique ou science du beau ; la théodicée enfin ou connaissance de Dieu tel qu'il nous apparaît à la lumière naturelle de la raison. Mais par le fait même de sa nature, en tant que science des idées, ou mieux de l'idée, science éducatrice de l'esprit humain dans la connaissance des lois de la raison, la philosophie devient comme un domaine réservé, central : vers ce centre convergent, comme autant d'avenues, toutes les autres branches du savoir ; soit que, partant de l'observation des faits comme les sciences physiques, naturelles, biologiques, historiques, elles mettent

au jour l'enchaînement des causes secondes en remontant ainsi jusqu'aux causes premières sur l'exposition desquelles la philosophie reprend alors ses droits ; soit que, prenant pour point de départ un petit nombre de vérités indémontrables, mais évidentes par elles-mêmes *in abstracto*, et empruntées par conséquent au domaine philosophique, elles en déduisent, par voie métaphysique, toutes les conséquences qu'elles recèlent logiquement : telles sont les mathématiques pures.

Cette distinction entre la philosophie et les autres sciences ne s'est pas établie tout d'abord avec la netteté avec laquelle on peut la concevoir aujourd'hui ; la métaphysique, notamment, a pu jouer pendant longtemps un rôle par trop prépondérant dans l'étude des choses de la nature comme des phénomènes sociaux, alors que l'observation des faits était fort incomplète et beaucoup trop négligée.

Aujourd'hui, par un effet de réaction qui n'est que trop habituel à l'esprit humain, on veut, au moins dans les sciences naturelles, proscrire d'une manière absolue toute donnée métaphysique, et l'on appelle *antiscientifique*, ou du moins *extrascientifique*, toute donnée, toute induction, toute proposition qui ne repose pas exclusivement sur le témoignage des sens. L'erreur de l'école naturaliste de nos jours est de ne pas admettre, ou plutôt d'ignorer tout autre moyen de connaître que ce témoignage matériel. Or, comme la cause première ne nous est pas révélée par la perception directe des sens, les uns la nient, les autres, comme Littré ou Herbert Spencer, la disent *inconnaissable* ou *incognoscible* : tous sont d'accord pour l'exclure du domaine de la science et la reléguer dans celui de l'imagination, du sentiment ou dans ce qu'ils appellent, d'une manière absolument impropre, le « mysticisme ».

L'esprit sainement philosophique, qui ne diffère pas, au fond, du véritable esprit scientifique, n'admet pas une telle exclusion. Il concède sans doute à l'observation la possibilité et le droit d'étendre autant qu'elle le croira

nécessaire la multiplicité des causes secondes ; il ne trouve pas étrange « que la science moderne fasse reculer l'intervention divine, comme le dit M. Faye, jusqu'aux dernières limites, jusqu'au chaos, et que l'on n'y ait recours que là où l'on ne peut plus faire autrement. Tel est en effet l'esprit de la science : tels sont sa raison d'être et son droit. » Et l'éminent astronome ajoute, pour compléter sa pensée : « Il appartient au philosophe de montrer comment cette tendance scientifique se concilie avec la notion supérieure de la Providence (1). » Si haut que l'on fasse remonter l'enchaînement des causes secondes, la saine philosophie exige qu'on le rattache finalement à la cause première, c'est-à-dire à l'action créatrice, à Dieu. En cet ordre d'idées, elle exige tout cela : elle n'exige que cela.

Rappelons maintenant en quoi consiste la substance de la théorie transformiste, sans d'ailleurs nous préoccuper des explications plus ou moins ingénieuses par lesquelles ses partisans ont voulu ou cru la démontrer. Les quatre ou cinq cent mille espèces animales aujourd'hui dénombrées par les zoologistes, et les non moins nombreuses espèces végétales, auraient eu pour point de départ originaire un petit nombre de types : ceux-ci subissant, par la suite des siècles, diverses modifications dans leurs descendants, et ces modifications se transmettant par hérédité, auraient amené des types nouveaux qui, subissant à leur tour la même loi dans les sujets issus d'eux, auraient été les ancêtres de nouveaux types encore, et ainsi de suite. En sorte que les innombrables espèces organiques, vivantes ou éteintes, qui peuplent ou ont peuplé le globe terrestre, se seraient formées en vertu d'une loi soit de dégénérescence, soit, plus souvent, de perfectionnement, l'action créatrice directe ne s'étant exercée que sur les types ancestraux primitifs.

Voilà, réduite à son expression la plus simple, toute

(1) *Sur l'origine du monde*, par H. Faye, de l'Institut. Introduction. Paris, Gauthier-Villars, 1885.

la théorie transformiste : tacitement ou explicitement, elle admet l'œuvre du Créateur donnant l'être à la végétation et à l'animalité. Seulement elle n'admet pas que le Créateur soit entré directement dans le détail de l'immense variété des espèces : Dieu, en formant les types primitifs, aurait, en même temps, promulgué la loi de leur ramification presque indéfinie en embranchements, ordres, classes, genres, espèces; et c'est par l'accomplissement de cette loi providentielle que se seraient formées, durant les longues myriades des siècles géologiques, et les espèces aujourd'hui fossiles qui ont été exclues du banquet de la vie, et celles toujours vivantes qui sont restées contemporaines de l'homme.

En quoi, nous le demandons, l'hypothèse transformiste ainsi comprise est-elle en opposition avec « la saine philosophie » ?

Remarquons d'ailleurs que les efforts des adeptes de l'école darwiniste, comme par exemple MM. Mathias Duval (1) et Edmond Perrier (2), pour écarter de leur concept de la création toute idée de causes finales et de plan préconçu, portent à faux et ne correspondent à rien de réel. Ce sont bien là des considérations extrascientifiques, et d'autant plus hors de propos qu'elles ne découlent nullement de leur thèse transformiste et n'ajoutent rien a sa plausibilité : même en admettant la réalité, vigoureusement contestée, de la sélection naturelle, et tous les effets non moins discutables que Darwin attribue à la lutte pour l'existence, il n'en résulterait en aucune façon que ces deux éléments de transformation aient été dus au hasard et n'aient pas été au contraire l'effet de lois établies par le Créateur en vue de l'harmonie de son œuvre.

(1) Cf. *Le Darwinisme,* déjà cité.

(2) Cf. *La philosophie zoologique, ibid.* — *Le transformisme,* du même. 1888. Paris, J.-B. Baillière. Nous devons dire que, dans ce récent ouvrage, l'auteur se montre beaucoup plus circonspect et plus réservé. Sa foi au transformisme n'en est pas moins robuste; mais il introduit, dans l'exposé de sa thèse, beaucoup moins de ces considérations étrangères qui ne peuvent d'ailleurs que lui nuire.

Nous pouvons invoquer de compétentes autorités à l'appui de cette manière de voir. Sans même nous appuyer ici sur celle du P. Leroy, des frères prêcheurs, qui va beaucoup plus loin que nous et se déclare nettement partisan du transformisme, prétendant, ce que nous contestons, que la science en a démontré la vérité (1), nous ferons appel à des écrivains qui exposent la théorie sans se prononcer d'une manière absolue pour ou contre elle, et même, auparavant, à deux adversaires résolus : ceux-ci, combattant l'hypothèse au nom de la Genèse, reconnaissent cependant que, au simple point de vue de la raison et de la religion naturelle, elle ne serait point inadmissible. M. l'abbé Lavaud de Lestrade, sulpicien et professeur de sciences au grand-séminaire de Clermont-Ferrand, est un ennemi ardent et convaincu du transformisme ou de l'évolution sous toutes leurs formes : il a même consacré un livre à combattre ces théories à leurs divers points de vue (2). Cependant il reconnaît, au chapitre II de sa seconde partie, intitulée *Transformisme spiritualiste*, que, « à ne considérer que la puissance et l'intelligence infinies de Dieu, » la théorie de l'évolution, envisagée comme mode de création, est aussi « possible » que celle qui fait dériver chacune des innombrables espèces connues d'une intervention spéciale et directe de la puissance créatrice.

Un autre sulpicien, qui s'est fait une grande place dans l'exégèse, M. l'abbé Vigouroux, combat aussi le transformisme en s'appuyant sur le récit de Moïse. Nous aurons à examiner la valeur de ses arguments à ce point de vue, empruntés au précédent auteur. Il reconnaît cependant, en son *Manuel biblique* (3), que, « théoriquement parlant

(1) *L'évolution des espèces organiques*, par le P. M. D. Leroy, des Frères Prêcheurs. Paris, Perrin et Cie.

(2) *Tranformisme et Darwinisme, Réfutation méthodique*, par M. Lavaud de Lestrade, prêtre de Saint-Sulpice, etc. 1885, Paris, Haton. — Nous avons rendu compte de cet ouvrage au tome XIX de la *Revue des questions scientifiques* (année 1886), pp. 579 et suiv.

(3) *Manuel biblique, Ancien Testament*, par F. Vigouroux, prêtre de Saint-Sulpice, 6e édition, 1888, Paris, Roger et Chernoviz, tome I, p. 499.

et en raisonnant sur les possibilités, Dieu aurait pu créer le monde d'après le système transformiste ».

Moins absolu que, dans deux sens opposés, d'une part le P. Leroy, de l'autre MM. Vigouroux et Lavaud de Lestrade, M. l'abbé Ducrost, curé de Solutré et professeur de géologie aux Facultés catholiques de Lyon, se tient en une sage et prudente réserve : tout en inclinant un peu plus dans le sens opposé que dans le sens favorable à la théorie, il n'a garde de conclure dogmatiquement contre elle. « Que Dieu ait agi directement ou en employant les causes secondes, peu importe », dit-il (1).

M. l'abbé Hamard, de l'Oratoire de Rennes, a consacré, dans le *Cosmos*, plusieurs excellents articles à l'étude des théories évolutionnistes qu'il envisage avec une grande indépendance d'esprit et une grande impartialité. Il ne peut s'empêcher de constater à plusieurs reprises l'innocuité de ces théories, renfermées dans leurs limites naturelles. Parlant du darwinisme et après avoir fait remarquer que Darwin, qui avait nommé le Créateur et fait adhésion au surnaturel dans les premières éditions de son livre, a eu soin de supprimer ces assertions dans les éditions suivantes et s'est bien gardé de protester contre le sens matérialiste attribué par Carl Vogt et Hæckel à sa doctrine, il ajoute : « En soi cette doctrine n'en est pas moins conciliable avec l'orthodoxie (2). » Précédemment il avait insisté sur cette affirmation que la question transformiste « n'intéresse qu'indirectement la foi religieuse », attendu que « la doctrine de l'évolution n'est point incompatible avec le dogme chrétien » (3), et il avait appuyé son appréciation de celle d'une revue « qui n'a point l'habitude de prendre la défense de l'orthodoxie », c'est-à-dire la

(1) *De l'évolution*, CONTROVERSE, nov. 1884, p. 445.

(2) Cf. *La valeur scientifique du darwinisme*, par M. l'abbé Hamard, COSMOS, n° 192 (29 septembre 1888), p. 253.

(3) Cf. *Le transformisme et la paléontologie*, par le même; COSMOS, n° 172 (12 mai 1888), p. 146.

Revue scientifique, s'exprimant ainsi, dans son n° du 22 mai 1886 : « Il n'y a à en juger autrement que les personnes qui connaissent ou comprennent mal la théorie transformiste et qui font plus attention aux conséquences *illogiques* et *exagérées* qu'en tirent certains adeptes *imprudents* et *irréfléchis* qu'à l'exposé même qu'a donné Darwin de sa manière de voir. Le darwinisme n'exclut pas une cause première, qu'on l'appelle du nom que l'on voudra ; bien plus, il l'exige d'une façon impérieuse. »

Inutile, pensons-nous, d'insister davantage. Il paraît évident que les honorables écrivains qui accusent la théorie de l'évolution d'être en opposition avec la saine philosophie l'envisagent bien plus dans les conséquences « illogiques et exagérées » qu'en tirent certains adeptes « imprudents et irréfléchis », que dans sa substance et intrinsèquement.

On peut, il est vrai, objecter que nous n'avons envisagé nous-même cette théorie que d'une manière restreinte, admettant la création directe d'un plus ou moins grand nombre de types organiques primitifs et en arrêtant le développement aux espèces supérieures du monde purement animal, à l'exclusion de l'homme. Or les tendances transformistes que l'on signale comme contraires à la saine philosophie, aux livres saints, etc., remonteraient volontiers à un seul prototype primordial et descendraient jusqu'à l'organisme humain lui-même, n'en excluant que son âme spirituelle, créée à l'image de Dieu.

En ce qui concerne la descendance des types primitifs d'un prototype primordial unique, fût-ce la monère d'Hæckel, la difficulté, philosophiquement parlant, n'en est pas une. Que les centaines de milliers d'espèces connues dérivent, à l'origine, de plusieurs types primitifs ou d'un seul, au point de vue théorique et rationnel, c'est tout un. Il est aussi facile et aussi logique de concevoir le Créateur faisant sortir les espèces animales et végétales par ramifications successives d'une seule et unique souche commune

que de plusieurs. M. l'abbé Vigouroux l'a bien compris; car, dans la phrase de lui citée plus haut, et par laquelle il convient que, « si l'on met de côté la génération spontanée du premier être, laquelle est impossible, Dieu aurait pu créer le monde d'après le système transformiste », il ajoute : « c'est-à-dire *créer un seul être* capable de se développer graduellement et de produire les organismes divers de tous les êtres actuellement existants (1). »

D'ailleurs, parmi les disciples de Darwin même les plus militants, il en est peu qui acceptent, au moins sans de très importantes restrictions, l' « arbre généalogique et monophylétique » d'Hæckel. D'autant plus que, bien contrairement à sa pensée et à son intention, le professeur d'Iéna, mû avant tout, — on l'a vu plus haut, — par le désir d'exclure Dieu de la nature, arrive logiquement à un résultat bien imprévu. Comme le fait remarquer M. Edmond Perrier, d'après le système de *monophylogénie*, ou d'arbre généalogique à un seul tronc d'où naissent des rameaux issus d'une branche maîtresse, tel que l'imagine Hæckel, on arrive à cette conséquence que les choses se seraient passées comme si, de tout temps, « un être vivant déterminé avait reçu la glorieuse mission de conduire la vie jusqu'à sa forme la plus élevée, à travers toute l'échelle des formes animales, mais sans compromission avec les formes destinées à demeurer inférieures et avec qui elle se serait bornée à compter des ancêtres communs et des collatéraux (2) ». D'autre part, l'autorité de ce savant et même sa probité scientifique ont reçu une assez rude atteinte, quand on eût reconnu que les dessins dans lesquels il représentait les embryons dans l'ovule de différentes espèces, l'homme compris, pour en montrer les similitudes, n'étaient point exacts et avaient été falsifiés pour les besoins de la cause (3).

(1) F. Vigouroux, *loc. cit.*
(2) E. Perrier. *Le transform.*, p. 145.
(3) Cf. Vigouroux, *Les livres saints et la critique rationaliste*, t. II, p. 608, et les ouvrages allemands qu'il cite *ad notam*.

Il y a donc peu à se préoccupper du *monisme* d'Hæckel, qui est extrêmement loin d'avoir acquis, dans le monde de la science, l'importance et l'autorité du transformisme simple. Mais enfin, quand il viendrait à être démontré, un jour ou l'autre, que la descendance des espèces organisées part, à l'origine, d'un prototype unique, il n'y aurait nullement, au nom de la saine philosophie, de quoi s'émouvoir.

La question est un peu plus complexe en ce qui concerne l'extension de la théorie de l'évolution jusqu'à l'organisme humain. Nous l'envisagerons sous cette face un peu plus loin.

Examinons maintenant si, acceptable au point de vue de la saine raison et de la philosophie, le transformisme simple, tel que nous l'avons défini, ne se trouverait pas en opposition avec certains textes de l'Écriture sainte. De savants exégètes l'ont pensé et ont publié leur opinion motivée ; nous les avons déjà nommés : ce sont MM. Lavaud de Lestrade et Vigouroux, sans parler du R. P. de Scorraille, qui énonce seulement cette manière de voir sans chercher à la justifier.

L'argument développé par M. l'abbé Lavaud de Lestrade (1) et résumé par M. l'abbé Vigouroux dans son *Manuel biblique*, est ainsi exprimé par ce dernier : « Moïse dit des animaux qu'ils avaient été produits *selon leur espèce*, ce qui signifie que, dans chaque genre, Dieu avait produit un certain nombre d'espèces différentes, et ce qui prouve aussi que l'origine des espèces, dans les différentes familles végétales et animales, remonte jusqu'à Dieu (2). » Et, quelques pages plus haut : « La nature n'est pas transformiste, et Moïse a dit vrai quand il a raconté que Dieu avait créé les plantes et les animaux selon leur espèce (3). »

(1) *Loc. cit.*, pp. 277 et suiv.
(2) *Manuel biblique*, 6e édit., tome I, p. 455.
(3) *Ibid.*, p. 451.

Pour nous bien rendre compte de la valeur de cet argument, examinons les textes sur lesquels il repose.

On lit, au premier chapitre de la Genèse, versets 11 et 12 :

« Puis Dieu dit : Que la terre fasse germer de la verdure, de l'herbe portant graine, des arbres fruitiers *selon leur espèce*, donnant du fruit qui ait en lui sa graine, sur la terre. Et ainsi fut.

» La terre donc produisit verdure, herbe portant graine *selon son espèce*, et arbre donnant du fruit qui avait en lui sa graine *selon son espèce*. Et Dieu vit que cela était bon (1). »

Plus loin, l'écrivain sacré ajoute, versets 20 et 21 :

« Dieu dit : Que les eaux fourmillent de reptiles, d'êtres ayant âme vivante, et que des volatiles volent au-dessus de la terre à la face de l'étendue des cieux.

» Dieu donc créa les grands monstrés marins et tous les animaux rampants que les eaux produisirent en grande abondance *selon leur espèce*, et tout volatile ayant des ailes, *selon son espèce*. Et Dieu vit que cela était bon (2). »

Enfin le récit de la création des espèces animales et végétales est complété par ces paroles de l'auteur de la Genèse, aux versets 24 et 25 :

« Dieu dit encore : Que la terre produise des êtres ayant âme vivante *selon leur espèce*, des bestiaux, des êtres rampants et des bêtes terrestres *selon leur espèce*, et tout ce qui rampe sur la terre *selon son espèce*. Et ainsi fut.

(1) Et dixit Deus : Germinet terra germen, herbam seminificantem semen, arborem fructus facientem fructum *speciei suæ*, cujus semen in ea super terram. Et fuit ita.

Et protulit terra germen, herbam seminificantem *in specie sua*, et arborem facientem fructum cujus semen *in specie sua*. Et vidit Deus quod bonum.

(2) Et dixit Deus: Reptificent aquæ reptile animæ viventis, et volatile volet super terram, super facies expansionis cœlorum.

Et creavit Deus cetos magnos, et omnem animam repentem, quam repere fecerunt aquæ *in specie sua*, et omne volatile alatum *in specie sua*. Et vidit quod bonum.

« Dieu fit donc les animaux terrestres *selon leur espèce*, et les bestiaux *selon leur espèce*, et tout ce qui rampe sur la terre *selon son espèce*. Et Dieu vit que cela était bon (1). »

Il est bien clair que Moïse, en racontant l'histoire de la création du monde organique groupé par lui en diverses catégories, a grand soin d'ajouter que, dans chaque catégorie d'êtres, ceux-ci furent créés *selon leur espèce*. Cette indication revient jusqu'à onze fois dans quelques lignes. A s'en tenir seulement à la lettre du texte et à son sens *obvie*, il semblerait que la théorie créationniste, qui fait intervenir l'action créatrice directe dans la formation de chacune des innombrables espèces déterminées par la classification zoologique et botanique contemporaine, fût en quelque sorte une doctrine révélée par la Genèse et dont, conséquemment, les savants catholiques ne sauraient s'écarter. C'est ainsi que l'a compris l'auteur de : *Transformisme et Darwinisme, Réfutation méthodique;* et M. l'abbé Vigouroux paraît bien se ranger à son avis, car il s'appuie sur cet ouvrage et sur un autre similaire, du même auteur, pour combattre la théorie transformiste en bloc, tant au nom de la science que de l'orthodoxie, tandis que, dans les deux passages cités plus haut, il s'assimile pleinement l'exégèse du professeur de sciences au séminaire de Clermont-Ferrand (2).

Cette opinion, toutefois, est loin d'être partagée par tous ceux qui ont autorité dans la matière. On l'a déjà vu à propos de ce que nous avons mentionné de M. l'abbé Ducrost et de M. l'abbé Hamard ; nous en fournirons d'autres preuves.

Assurément « Moïse a dit vrai quand il a raconté que

(1) Et dixit Deus : Producat terra animam viventem *ad speciem suam*, jumentum et reptile et feram terræ *secundum speciem suam*. Et fuit ita.

Et Deus fecit feram terræ *secundum speciem suam*, et jumentum *secundum speciem suam*, et omne reptile terræ *ad speciem suam*. Et vidit Deus quod bonum.

(Extrait de la traduction latine interlinéaire de Walton.)

(2) Cf. *Manuel biblique*, 6e édit., tome I, §§ 283 à 286.

Dieu avait créé les plantes et les animaux selon leur espèce ». Mais, en disant cela, l'écrivain sacré ne nous a pas expliqué de quelle manière le Créateur a procédé pour constituer les plantes et les animaux chacun selon son espèce. Or tout est là. Les créationnistes veulent que cette constitution ait été établie brusquement et par une intervention spéciale et directe du Tout-Puissant pour chacune des espèces aujourd'hui connues. Les transformistes prétendent au contraire que les espèces se sont constituées lentement, graduellement, pendant l'immense durée des âges géologiques, en vertu d'une loi préalablement établie par la Providence, lors de la création soit des types primordiaux, soit de la matière protoplasmique ou organisée. Ils sont, au surplus, d'accord avec les créationnistes sur ce point que toutes les espèces essentielles étaient constituées lors de l'apparition de l'homme sur la terre.

Or Moïse n'a pas voulu dire autre chose.

Parlant au peuple juif, non pour lui faire un cours d'histoire naturelle, non pour lui révéler les secrets de l'organisation de la matière brute ou animée, mais seulement pour lui apprendre que Dieu est le seul auteur et maître de tout ce qui existe, et pour l'initier à l'histoire de ses propres origines, l'écrivain de la Genèse n'avait à raconter à son peuple, en lui décrivant à grands traits l'œuvre de la création, que ce qui était strictement nécessaire pour lui faire connaître sommairement quel était l'état des choses sur la terre au moment où Dieu y appela l'homme à l'existence. Il est indifférent, à ce point de vue, que le Très-Haut, en constituant les plantes et les bêtes chacune selon son espèce, ait effectué ce résultat subitement et par une interminable série d'actes créateurs directs, ou graduellement et sans interventions spéciales, mais en vertu d'une loi édictée *ab initio*. Le seul fait qui importe et que Moïse nous apprend, c'est que les espèces végétales et animales étaient constituées quand Adam parut, et

qu'elles avaient Dieu pour auteur. Tout le reste est abandonné aux libres disputes des hommes.

Si, par ce mode d'interprétation qui nous paraît exact, nous avons le regret, la male-chance devrions-nous dire, de nous trouver en désaccord avec le savant abbé Vigouroux, nous avons du moins cette compensation de pouvoir faire, dans une certaine mesure, appel de M. Vigouroux à M. Vigouroux lui-même. En effet, dans son magnifique ouvrage sur *Les livres saints et la critique rationaliste*, il consacre, à la fin du tome II, un important *appendice* à traiter *ex professo* la question du transformisme : il en expose, avec une science et une érudition consommées, non seulement le principe, mais tous les développements avec leurs variétés, leurs exagérations et les conséquences antichrétiennes et matérialistes qu'en ont tirées ses adhérents les plus marquants. Placé avant tout au point de vue de la défense de la vérité, il s'attache principalement à faire ressortir, avec une critique victorieuse, l'inanité des attaques dont elle est l'objet de ce chef, ce qui lui laisse peu de loisir pour s'étendre sur le sens inoffensif dans lequel on peut entendre le principe même de la doctrine. Néanmoins il reconnaît explicitement et à plusieurs reprises cette possibilité.

« Remarquons d'abord, » dit-il au début de son chapitre sur la *Critique du darwinisme*, « que, maintenu dans certaines limites, le darwinisme n'est pas nécessairement en contradiction avec la Bible ». Et il cite, à l'appui, plusieurs passages de savants transformistes tels que Lyell, Lamarck, de Maillet, et jusqu'à Hæckel lui-même « obligé de reconnaître les points de contact qui existent entre la Genèse et le darwinisme ». Bien que, aux yeux du savant sulpicien, la manière la plus naturelle d'entendre les commandements divins dans les *jours* de l'hexaméron, ce soit d'y voir, non une transformation de ce qui existait déjà, mais des productions complètement nouvelles, « cependant, d'après quelques-uns, ajoute-t-il, il

n'y a aucun mot dans le texte sacré qui s'oppose à l'hypothèse d'une évolution ; rien n'est révélé sur la manière particulière dont furent produits les végétaux et les animaux... Darwin soutient qu'il existe aujourd'hui des espèces qui sont sorties d'espèces différentes. La sainte Écriture ne nous dit rien sur cette question,... elle est en dehors du débat, de même que l'Église, qui n'a porté aucun jugement sur ces matières (1). »

Nous devons dire toutefois — le souci de l'exactitude nous en fait un devoir — que, si M. l'abbé Vigouroux admet la possibilité, aux yeux de l'orthodoxie, d'un certain transformisme, même d'un certain darwinisme « restreint ou mitigé » qui « n'est pas, en lui-même, en contradiction avec la Bible », c'est à la condition de ne pas étendre la théorie de la descendance à un type primitif unique, parce que, dit-il, « Moïse nous dit que Dieu créa les plantes et les animaux chacun selon son espèce », affirmation qui « semble bien être la condamnation du transformisme sans limites ». Or, comme Darwin admet, dans le règne végétal et le règne animal, plusieurs types primitifs, et non un seul, son hypothèse peut se concilier avec le langage de l'Écriture, « car, si celle-ci nous dit que les animaux furent créés par espèces, elle ne détermine pas le nombre de ces espèces (2). » De même, M. Albert Gaudry, d'après lequel les espèces secondaires sont transmutables mais dérivent d'un certain nombre de classes primordiales et irréductibles, n'est point en contradiction avec la Bible. M. Saint-George Mivart et d'autres savants croyants sont dans le même cas (3).

D'où il suit que, d'après le savant exégète de Saint-Sulpice, la théorie transformiste peut être conciliable avec l'orthodoxie, pourvu qu'elle admette la création directe et immédiate de *plusieurs types primitifs* à l'origine.

(1) Cf. *Les livres saints*, t. II, pp. 589 à 594.
(2) *Ibid.*, p. 593.
(3) *Ibid.*, p. 594.

Cette concession pourrait à la rigueur nous suffire ; car, si l'hypothèse de la descendance revêt, malgré les grosses objections qu'elle ne réfute pas, un certain caractère de vraisemblance et de probabilité relative, c'est surtout dans les limites qu'avait d'abord acceptées Darwin lui-même et dans lesquelles se renferment encore les transformistes les plus indépendants de préjugés, de passions et de partis pris étrangers à la science (1). Néanmoins une telle restriction nous paraît arbitraire. Ainsi que nous l'avons fait observer plus haut, ce que Moïse nous révèle dans son récit, ce n'est pas le mode de création dont Dieu s'est servi, c'est la création elle-même ; ce n'est pas le détail de ce qui s'était passé sur la terre avant que l'homme y fît son apparition ; c'est seulement ce qui existait, ce qui était constitué lorsqu'il fut admis à en prendre possession. Mais si l'on veut admettre que Dieu a créé directement certaines espèces et par voie d'évolution certaines autres, où tracera-t-on la limite entre celles-ci et celles-là ? Et, si cette limite est impossible à fixer ailleurs qu'à un primitif point de départ unique, pourquoi la supposer arbitrairement en deçà ?

A l'appui de cette opinion nous pouvons invoquer des autorités qui prouvent qu'elle ne nous est pas seulement personnelle.

Le P. De Vos, rendant compte d'un ouvrage exégétique du P. Corluy sur l'hexaméron (2), expose, sur le point qui nous occupe, un avis du savant professeur analogue au nôtre et, loin de le contredire, semble le partager (3). Voici le sens de l'opinion exprimée par le P. Corluy.

(1) Citons, entre autres, MM. Albert Gaudry, Ch. Naudin, le Mis de Saporta, Wallace, Saint-George Mivart, d'Omalius d'Halloy, etc.

(2) Josephi Corluy, S. J., in collegio Lovaniensi Societ. Jesu S. Scripturæ professoris *Spicilegium dogmatico-biblicum*, seu Commentarii in selecta Sacræ Scripturæ loca quæ ad demonstranda dogmata adhiberi solent. — *De Hexamero.* — Gandavi, Poelman, 1884. — 2 vol. in-8.

(3) *Rev. des quest. scient.* de juillet 1884, t. XVI, p. 252.

Par ces expressions : *juxta genus suum*, il semble indiqué que la distinction des espèces parmi les êtres vivants leur a été appliquée dès le commencement par la volonté divine et non par le fait de quelque sélection naturelle et extérieure. Il s'en suivrait que le transformisme darwinien serait en opposition avec le sens *obvie* de l'Écriture. Il n'est cependant pas certain qu'il soit contraire au texte sacré. L'Écriture, en effet, se tait sur le mode par lequel la terre aurait produit la variété des espèces, soit immédiatement, soit avec le concours du temps, avec une fixité absolue ou seulement relative. Il est donc loisible de discuter sur le sens que le texte qui nous occupe attribue au mot hébreu *mîn*, espèce (1).

Si considérable que soit l'autorité du P. Corluy en pareille matière, elle n'est pourtant pas la seule. Il y a déjà bien des années que le P. de Valroger soutenait que « l'hypothèse de la multiplication des espèces végétales et animales par des transformations divergentes pourrait être conciliée avec le texte de la Genèse et la tradition catholique (2). » Le même exégète s'élevait contre la prétention des soi-disant esprits forts d'avoir trouvé dans les théories transformistes un ennemi formidable de l'orthodoxie, destiné à répandre la terreur dans les rangs des fidèles (3). « Rien n'empêche, dit-il, de concilier ces théories avec nos saintes Écritures et nos tradi-

(1) *Juxta genus suum*, arbores [et animalia] generice vel specifice distinctas. Quibus verbis saltem innuitur distinctionem specierum in viventibus eis fuisse ab origine eorum Dei voluntate inditam, nec proinde per naturalem quamdam selectionem, species immutantem, adventitiam. Unde transformismus darwinianus dicendus est sensui Scripturæ *obvio* contradicere, non tamen aperte textui sacro adversari : tacet enim Scriptura modum quo terra varietatem illam specierum produxerit, an statim, an decursu temporis, an cum specierum firmitate omnimoda, an cum relativa duntaxat. Sed de sensu disputari posset quem Scriptura hic assignet nomini MIN. — Josephi Corluy, S. J., *Spicilegium dogmatico-biblicum*. t. I, p. 198.

(2) *La Genèse des espèces*, par H. de Valroger, prêtre de l'Oratoire, p. 32. — 1873. Paris, Didier.

(3) Cf. *Leçons sur l'homme* de Carl Vogt, p. 559, acceptées de confiance par tout le fretin et le *servum pecus* de la prétendue *libre* pensée.

tions religieuses : il suffit pour cela de les expliquer avec une liberté d'esprit que personne n'a le droit de nous refuser (1). » Peu d'années après le P. de Valroger, le P. Delsaulx, S. J., allait plus loin encore, dans son opuscule, publié en 1877, sur *Les derniers écrits philosophiques de M. Tyndall :* il y avoue résolument ses préférences pour la théorie de l'évolution, qui, si elle était vraie, disait-il p. 61, satisferait bien mieux que la doctrine des créations successives aux idées qu'il s'est faites de la sagesse et de la toute-puissance divine. Il est vrai que le savant jésuite s'étend ensuite sur les objections que la science peut opposer à la théorie : mais ceci est une autre question. M. l'abbé Arduin, dans le tome second de *Géologie et géogénie*, 1883, p. 230, s'exprime ainsi : « Quel que soit le sort que l'avenir réserve au difficile problème de l'origine des espèces, *la religion n'y est en rien intéressée.* Vainement nos adversaires ont voulu se faire une arme du transformisme ; leurs coups portent à faux. Les savants et les philosophes catholiques sont à peu près unanimement de cet avis (2). »

Plus récemment, M. le chanoine Duilhé de Saint-Projet, professeur d'apologétique aux Facultés catholiques de Toulouse, exprime une opinion identique. Après avoir analysé, avec une impartialité parfaite, les pièces du procès entre les diverses écoles transformistes et les non-transformistes, ce qui l'amène même à constater la très grande incertitude qui plane sur les théories de l'évolution, même les moins téméraires et les plus réservées, il s'exprime ainsi :

« Que faut-il conclure au nom de la foi ? Rien, si ce n'est que la foi est, ici encore, complètement désintéressée, et que nul n'a le droit de l'engager dans une querelle purement scientifique. Il n'y a pas un mot dans le

(1) H. de Valroger, *loc. cit.*, p. 33.

(2) *La religion en face de la science*, tome II de la deuxième partie (tome III de l'ouvrage), p. 430. Trois vol. in-8. 1881-1883, Lyon, Vitte et Perrussel.

texte sacré qui s'oppose à l'hypothèse d'une évolution ; rien n'est révélé sur la manière dont se sont produits et développés le règne végétal et le règne animal (1). »

Au point de vue de la tradition, le savant professeur d'apologétique fait remarquer que l'on ne saurait l'engager, pas plus que la foi, dans la question, attendu qu'on est en présence d'une question *nouvelle*, « sinon en elle-même, du moins dans les termes et avec les circonstances qui la caractérisent ». Jamais le problème de la vie ne s'était encore présenté dans les conditions où il se présente dans notre fin de siècle, « éclairé, transformé par les découvertes de la géologie et de la paléontologie, découvertes encore si incomplètes et pourtant si révélatrices (2) ». Et l'auteur ajoute que, à considérer la question sous son véritable aspect, l'on se sent plutôt attiré vers elle, pressentant, bien loin de la redouter, de nouveaux et plus éclatants triomphes de la vérité philosophique et religieuse.

Dans une autre partie du même ouvrage, le docte chanoine, toujours très opposé à ce que l'on implique l'Écriture sainte dans la querelle, rappelle que, au moyen âge, la doctrine de l'évolution a eu des représentants parmi les maîtres de la philosophie chrétienne comme parmi les théologiens les plus célèbres ; qu'Albert le Grand l'admettait formellement pour le règne végétal ; que saint Thomas et toute l'école scolastique enseignaient l'information de l'embryon animal d'abord par une âme purement végétative, ledit embryon, simple végétal au début, ne devenant animal qu'après un développement suffisant pour être apte à recevoir l'âme animale (3).

Nous arrêterons ici ces citations. Elles nous paraissent suffire à couvrir, dans une discussion avec des théologiens, notre incompétence laïque par des autorités de

(1) *Apologie scientifique de la foi chrétienne*, p. 299.
(2) *Ibid.*, p. 300.
(3) *Ibid.*, p. 276.

même ordre que celle de nos honorables contradicteurs. Nous croyons pouvoir maintenant répondre avec assurance aux questions qui terminent nos deux précédents chapitres :

Non, le transformisme, réduit à ses limites naturelles et légitimes, n'est en opposition ni avec la saine philosophie, ni avec l'esprit chrétien et la tradition catholique, ni avec l'Écriture sainte. Non, la théorie de l'évolution, dépouillée des hypothèses matérialistes qui y ont été surajoutées et qu'elle n'implique pas logiquement, ne peut être démontrée fausse *à priori* comme opposée à la saine philosophie et aux objets de la foi.

JEAN D'ESTIENNE.

(La fin prochainement.)

LA

TROUVAILLE DE TELL EL-AMARNA

La fin de l'année 1887 a été marquée par la découverte d'un trésor archéologique exhumé après tant d'autres du sol de l'Égypte (1). Un dépôt considérable de textes cunéiformes, rédigés en langue assyrienne et gravés sur tablettes d'argile, a été retiré des ruines de Khoutnaton, aujourd'hui Tell el-Amarna, sur la rive droite du Nil, au-dessous de Siout, à peu près à mi-chemin entre le Caire et les ruines de Thèbes. Comme il arrive fréquemment, la trouvaille a été le résultat de fouilles clandestines entre-

(1) Voici les notices mises à contribution dans notre article :
Ad. Erman, *Der Thontafelfund von Tell-Amarna*, suivi d'observations de M. Eb. Schrader, dans les Sitzungsberichte der kön. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 3 mai 1888, pp. 583-589 ; H. Winckler, *Ægypten und Vorderasien im zweiten vorschristlichen Jahrtausend*, dans la Kölnische Zeitung, édition du matin, 4 juin 1885 ; G. F. Lehmann, *Die in Ægypten neugefundenen keilschriftlichen Documente*, dans l'Hamburgischer Correspondent, édition de midi, 20 juin 1888 ; C. Bezold, *Babylonisch-assyrische Keilschrift-Thontafeln aus Aegypten*, dans l'Allgemeine Zeitung, supplément du 19 octobre 1888; A. H. Sayce, *Babylonian Tabletts from Tell el-Amarna*, dans les Proceedings of the Society of Biblical Archaeology, 1888, pp. 448-525; E. A. Wallis Budge, *On cuneiform Despatches from Tûshratta, king of Mitanni*, etc., dans le même volume des Proceedings, pp. 540-569.

prises par de pauvres fellahs, qui ont bravé par amour du lucre les rigueurs de la loi égyptienne sur la recherche et le commerce des antiquités. On regrette malheureusement que la crainte des poursuites judiciaires, les difficultés d'un transport frauduleux, l'inintelligence des fellahs et leurs défiances mutuelles aient causé la dispersion et, à ce que l'on soupçonne, le fractionnement partiel des monuments remis au jour (1).

Les pièces dont on a gardé la trace se sont réparties de la manière suivante. Treize tablettes, toutes plus ou moins endommagées, sont devenues la propriété de M. Bouriant, directeur de l'École française d'archéologie, au Caire. Un autre habitant du Caire possède sept ou huit petites tablettes, et le musée de Boulaq, dans la même ville, en a également acquis plusieurs. D'autres tablettes, en assez grand nombre, assure-t-on, sont tombées aux mains de Daninos-Pacha, à Alexandrie. Une collection de cinquante-huit pièces, dont les trois quarts consistent en petits fragments, a été réunie, toujours en Égypte, par un particulier dont le nom, sans doute pour des raisons de prudence, reste jusqu'ici inconnu du public. Mais deux gros lots, probablement les plus importants, ont pris le chemin de l'Europe. Quatre-vingt-une tablettes, tirées des mains des natifs par M. Budge, sont venues enrichir le British Museum, déjà si bien fourni de monuments assyriens, tandis que plus de cent autres aboutissaient au musée de Berlin, par les soins de M. Graf, de Vienne, qui semble s'être trouvé en Égypte, comme M. Budge, lors de la vente des tablettes. Cependant, à la date du 20 juin dernier, le musée de Berlin n'avait pas encore acquis définitivement tout le dépôt; il se trouvait propriétaire d'une partie seulement des tablettes, grâce à la

(1) Pour faciliter le partage d'un butin commun, des antiquaires du genre des fellahs brisent facilement quelques pièces, comme on le fait pour une marchandise qui se vend au poids.

munificence de M. L. Simon, riche citoyen de Hambourg (1).

Dans les pages qui suivent, après avoir donné l'idée générale des monuments de Tell el-Amarna, nous examinons plus en détail quatre pièces aujourd'hui éditées dans le caractère cunéiforme original.

I

IDÉE GÉNÉRALE DES DOCUMENTS CUNÉIFORMES DE TELL EL-AMARNA.

Les treize tablettes de la collection Bouriant, publiées en caractères latins, avec essai de traduction, par M. Sayce, contiennent, dans leur état actuel, 434 lignes, dont presque la moitié offre des lacunes. Il ne semble pas qu'on puisse rien en tirer de précis avant que les autres textes de Tell el-Amarna, qui roulent presque tous sur un fond commun, ou du moins se répartissent en un petit nombre de catégories, aient révélé le sens des tournures particulières qui s'y rencontrent. On peut espérer d'arriver à ce résultat, parce qu'ici, comme dans le reste de la littérature assyrienne, il faut s'attendre au retour perpétuel des

(1) Les assyriologues berlinois s'en félicitent vivement. Ils exhortent leur gouvernement à acquérir le reste des tablettes, à racheter ainsi quelque peu l'infériorité de leur musée national vis-à-vis du British Museum, et à rendre moins nécessaires les séjours prolongés à Londres, séjours passablement coûteux, auxquels se voient condamnés jusqu'à présent les savants allemands qui veulent se former à la paléographie assyrienne.

Il est certain que, si l'Allemagne possédait autant de monuments assyriens que l'Angleterre, cette science réunirait beaucoup plus d'adeptes et prendrait un nouvel essor. Cela rendrait les assyriologues plus indépendants et plus équitables dans leurs appréciations mutuelles. Trop souvent, le petit clan assyriologique est en proie aux coteries et aux rivalités. Il est rare qu'on s'y rende simplement justice. Comme on l'a dit à propos d'autre chose, c'est presque toujours *collision* ou *collusion*, ce qui déconcerte fort les non-initiés.

mêmes formules dans les documents de nature commune (1).

Une des tablettes est représentée dans la collection par un simple fragment ; une autre, par trois morceaux couverts d'un texte étendu ; et ces débris, au jugement de M. Sayce qui les a eus entre les mains, ne constituent qu'une faible partie d'un tout d'énormes dimensions.

D'après la notice détaillée que l'on doit à M. Budge, les textes acquis pour le British Museum forment un total d'environ 3000 lignes, de contenance diverse, suivant l'écriture et les dimensions de chaque monument. Une des tablettes a 8 $\frac{3}{4}$ pouces anglais de longueur sur 5 de largeur. Sous cette limite, on descend jusqu'à des dimensions comme 2 $\frac{1}{4}$ × 2 $\frac{1}{4}$, 2 $\frac{3}{4}$ × 1 $\frac{3}{4}$. Mais les chiffres 3 et 4 dominent dans l'expression des mesures. La grande tablette, une de celles publiées en écriture originale par M. Budge, compte 85 lignes d'écriture, qui dépassent parfois dix mots ; une autre, pareillement de grandes dimensions (7 × 4), en compte 99. Viennent ensuite sept textes de 84 à 60 lignes ; neuf de 59 à 51 lignes ; vingt et un de 49 à 55 lignes. Les chiffres ont une importance spéciale dans le cas présent, parce que, à l'exception de quatre tout au plus, les textes inspectés par M. Budge appartiennent, comme ceux de M. Bouriant et presque tous ceux du musée de Berlin, au genre épistolaire. Or, dans les lettres assyriennes, les formules obséquieuses occupent toujours une large place au début, de sorte qu'un document épistolaire de médiocre étendue contient d'ordinaire beaucoup moins de renseignements que de texte. Les tablettes échues au British Museum y sont arrivées pour la plupart en assez bon état.

On n'est pas aussi bien renseigné sur la collection berlinoise. A la date du 4 juin dernier, MM. Winckler et Lehmann, chargés du relevé des pièces, affirmaient seulement que le nombre des tablettes dépassait de loin cent.

(1) Voir notre brochure sur les *Inscriptions historiques de Ninive et de Babylone* (Paris, Leroux). pp. 6, 7, 89.

Ils n'étaient donc pas encore parvenus à en grouper tous les fragments. Parmi ces tablettes, de dimensions également variables, il s'en trouve de très grandes. L'une d'elles mesure 45 sur 26 centimètres. C'est le plus considérable des monuments épistolaires assyriens connus jusqu'à présent.

Mais une partie du trésor de Tell el-Amarna est peut-être à jamais perdue. Ce qui serait resté en Égypte aux mains des fellahs ou de leurs affidés indigènes arrivera difficilement en lieu sûr, maintenant que la police égyptienne est aux aguets. Pour le reste, il est à craindre que les fragments dispersés de bien des tablettes ne se rejoignent jamais plus ni en original, ni en édition. Toutefois, la découverte conservera une importance capitale, à cause du grand nombre de pièces dont la conservation est assurée, à cause de la provenance des documents et de leur nature spéciale (1).

(1) Il existe aussi au musée de Boulaq, au Caire, trois cylindres babyloniens, lesquels, au dire de l'Arabe qui les vendit à M. Maspero, ont été découverts près du canal de Suez. M. Sayce les a examinés, et y a reconnu des monuments de Nabuchodonosor. Ils n'apprennent rien de neuf. Les textes, conçus dans la formule ordinaire des autres documents du monarque, roulent uniquement sur ses constructions, comme ceux qui se trouvent à l'embouchure du fleuve du Chien, au nord de Beyrouth, et sur les rochers du Wadi-Brissa, dans le Liban, en face de Ribla.

On a aussi parlé, dans le courant de l'année 1887, de nouvelles inscriptions cunéiformes vues en Syrie, et dont la trace s'était aussitôt perdue. Je suis à même de renseigner avec exactitude sur un de ces monuments. Me trouvant à Damas, au commencement de juin 1887, je fus invité par Mgr Daoud, le savant évêque syrien-catholique de cette ville, à l'accompagner dans une maison où se trouvaient déposées deux tablettes avec inscriptions cunéiformes mais, au moment de nous y rendre, nous fûmes avertis que les deux pièces avaient disparu. Quelques jours après, me trouvant à Bicfaïa, dans le Liban, je reçus l'estampage d'une inscription cunéiforme sur pierre, saisie récemment par la police turque et déposée pour lors au Seraïa de Beyrouth. Je reconnus immédiatement la prière d'Assurbanipal à Bilit, dont le British Museum possède plusieurs exemplaires. La pierre a dû être transportée au musée de Constantinople. J'ai aussi obtenu des indications, mais moins précises, sur la pierre avec inscription cunéiforme trouvée il y a quelques années par les ouvriers d'un émir Chehab, sur la rive nord à l'embouchure du fleuve du Chien. L'émir, d'après des renseignements puisés à la meilleure source, l'a cédée à un haut fonctionnaire du gouvernement turc, qui, je crois, l'a gardée pour lui. On retrouverait peut-être la piste du monument à peu de distance du British Museum.

Les tablettes de Tell el-Amarna se distinguent par des caractères extérieurs qui méritent d'être signalés. Elles sont le plus souvent tout à fait planes sur les côtés larges, tandis que les tablettes trouvées à Ninive et à Babylone se renflent d'ordinaire vers le milieu en forme de petits coussins. Elles sont pour la plupart de figure rectangulaire, parfois carrée, suivant l'usage général ; mais cinq ou six parmi celles du British Museum affectent des contours moins réguliers, qui semblent n'avoir pas été observés jusqu'ici dans les tablettes cunéiformes.

La plupart des tablettes de Tell el-Amarna n'ont pas subi la cuisson. Elles doivent leur conservation relative aux ruines sous lesquelles elles sont restées ensevelies durant peut-être plus de trente siècles. L'argile en est généralement très fine, parfois aussi grossière et mêlée de petits cailloux ; elle offre une grande variété de couleurs, le brun, et plusieurs nuances du gris, du jaune et du rouge. Cela semblerait indiquer une grande diversité de provenance locale. Toujours est-il, au témoignage des savants berlinois, que les tablettes envoyées du pays de Mittanni, situé dans la Mésopotamie occidentale, se distinguent par une couleur rouge sombre, et celles de provenance babylonienne, par une couleur brun clair. A ce point de vue, il serait utile de savoir si la diversité de couleurs se remarque dans l'argile crue aussi bien que dans l'argile cuite. Elle tiendrait alors à la matière employée plus qu'aux divers procédés de cuisson, et l'induction en acquerrait plus de portée. Celle-ci du reste se précisera par l'étude des textes, quand on les aura mis à la portée de tous les assyriologues par une édition soignée, accompagnée de renseignements complets sur la nature des tablettes.

A la différence des autres scribes assyriens, ceux qui ont tracé les textes de Tell el-Amarna ne prenaient pas toujours leurs mesures de manière à remplir les deux faces des tablettes ; ils laissent fréquemment un côté vide

en tout ou en partie. D'après M. Budge, ils employaient tous les types cunéiformes, assyriens ou babyloniens, connus jusqu'à présent, abstraction faite des caractères archaïques ou archaïsants des inscriptions de Nabuchodonosor Ier et de Nabuchodonosor II (1), et sans doute aussi des inscriptions primitives chaldéennes. D'autre part, suivant MM. Winckler et Lehmann, auxquels se rallie M. Schrader, l'écriture de Tell el-Amarna se distingue par beaucoup de formes inconnues ailleurs.

Un regard jeté sur les textes publiés par M. Budge démontre l'exactitude de l'observation générale, quoique plusieurs des idiomes graphiques observés dans les tablettes de Berlin ne s'y rencontrent point. Ainsi, on y cherche en vain les particularités signalées dans l'emploi du signe du pluriel et du duel. Le dernier ne s'y trouve point placé, comme le prétendent les assyriologues berlinois, avant le nom qu'il affecte; il suit le nom conformément à la règle générale. M. Budge insinue qu'il en est de même dans tous les textes qu'il a examinés (2). Pour obtenir créance entière, les savants berlinois doivent donc justifier leurs remarques par la publication fidèle de quelques passages de leurs monuments. Ils feront œuvre doublement utile, s'ils choisissent leurs extraits de manière à démontrer en même temps la réalité des nouvelles valeurs syllabiques qu'ils disent avoir constatées pour caractères cunéiformes dans leurs textes. — M. Sayce a observé dans la collection Bouriant l'usage simultané et constant de deux déterminatifs aphones pour indiquer les noms de ville, l'un se plaçant avant, l'autre après le nom; tandis que, dans les écritures connues antérieurement à la découverte, on se servirait de l'un ou de l'autre seulement. Mais, si ce pléonasme graphique est employé avec prédilection dans nos tablettes, il n'est pas exact qu'il soit

(1) M. Budge, n° 46, signale cependant une lettre écrite en babylonien compliqué.

(2) P. 544, note 1.

inconnu ailleurs. Le P. Strassmaier en donne au moins un exemple dans son lexique, n° 6261.

Malgré nos réserves, l'écriture de Tell el-Amarna constitue une variété dans le système graphique assyro-babylonien. On l'employait dans les cantons de langue assyrienne les plus avancés vers l'ouest sur le moyen Euphrate. En effet, selon toute vraisemblance, la masse des lettres découvertes vient de cette partie de la Mésopotamie, ou émane d'hommes partis de là et engagés au service du roi d'Égypte dans les pays syriens.

Pour que la conclusion se maintienne, il faut que les particularités graphiques signalées ne se trouvent pas dans les lettres envoyées de Babylonie par le roi Burraburiyas ; et cela se vérifie déjà pour le spécimen qu'en a publié M. Budge, le seul que connaissent à présent ceux qui, comme nous, n'ont pas eu accès aux originaux. La lettre de Burraburiyas est écrite dans un caractère babylonien cursif très régulier.

Les lettres découvertes sont presque toutes adressés au *roi de Mitsri*, c'est-à-dire au roi d'Égypte. Certaines correspondances ajoutent le nom propre des destinataires : *à Immuriya, grand roi, roi du pays de Mitsri ; à Nipkhurririya, roi du pays de Mitsri*. Une des tablettes de Berlin nomme la reine *Ti-i-i*, femme d'Immuriya et mère de Nipkhurririya. — Dans *Immuriya* et *Nipkhurririya*, les égyptologues reconnaissent sans peine des prénoms d'Aménophis III et d'Aménophis IV, monarques de la dix-huitième dynastie égyptienne, qui ont régné vers le quinzième siècle avant notre ère. Quant à *Ti-i-i*, c'est le nom même que les monuments égyptiens donnent à la célèbre reine, femme d'Aménophis III et mère d'Aménophis IV.

Des faits historiques viennent à l'appui des identifications proposées. La ville de Khoutnaton, dans les ruines de laquelle gisaient les tablettes, fut bâtie par Aménophis IV et, après avoir joué le rôle de capitale sous ce

prince, fut abandonnée sans retour par ses successeurs (1). On n'a dû y déposer des documents comme les nôtres que sous Aménophis IV, qui aura emporté dans sa nouvelle capitale, en tout ou en partie, la correspondance assyrienne de son père, dont il recevait la suite.

Parmi ces lettres, il faut ranger en première ligne, à n'en considérer que l'origine, celles de Burraburiyas, fils de Kurigalzu, roi de Karduniyas ou Babylonie, dont il se trouve cinq spécimens à Berlin et un à Londres, celui-ci déjà publié par M. Budge. Le nom de Burraburiyas, au rapport de M. Schrader, se rencontrerait aussi sur les tablettes de Berlin, sous la forme Burnaburiyas (2). Mais nous doutons de l'exactitude du fait, parce que M. Lehmann, un des deux jeunes savants dont M. Schrader tient ses données paléographiques, dit clairement qu'il n'a pas rencontré la variante. Quoi qu'il en soit, l'assyriologie connaissait précédemment un Burnaburiyas, fils de Karaïndas, et deux Kurigalzu, tous rois de Babylone et peut-être contemporains de la dix-huitième dynastie d'Égypte. Nous ne savons néanmoins si notre Kurigalzu se confond avec un des homonymes cités ; la chronologie des monuments assyriens et égyptiens de l'époque est trop vague et les inscriptions assyriennes trop pauvres de renseignements, pour qu'on puisse rien décider là-dessus. Quant à Burraburiyas ou Burnaburiyas, *fils de Kurigalzu*, on ne saurait l'identifier avec le prince du même nom (si c'est bien le même nom), *fils de Karaïndas*, à moins de recourir à des hypothèses gratuites qu'il est inutile d'énoncer ici. On a donné l'identité comme certaine, nous ne l'ignorons pas, mais sans preuves à l'appui, et en partant de l'équation *Burnaburiyas* = *Burraburiyas*, qui

(1) Cf. Maspero, *Histoire ancienne des peuples de l'Orient*, 4e éd. pp. 210-212.

(2) Nous ne parvenons pas à comprendre autrement ce passage de M. Schrader : " Ueber die Identität des auf Tafeln als Briefschreiber erscheinenden babylonischen Königs *Pur-ra-pu-ri-as* (Var. *Pur-na-pu-ri-as)* mit dem Purnapurias der heimischen babylonischen Inschriften, kann kein Zweifel sein. „

n'est point prouvée. Les deux noms diffèrent provisoirement autant que *nager* et *rager*. Nous le regrettons, car la contemporanéité d'Aménophis III d'Égypte et de Burnaburiyas de Babylone serait un précieux jalon pour la chronologie orientale.

Dans la lettre que possède le British Museum, Burraburiyas se félicite des bonnes relations de sa famille avec les rois d'Égypte, et cherche à en tirer profit. Il demande à Aménophis IV de lui envoyer de l'or en échange de tout ce qu'il voudra : *Envoie-moi beaucoup d'or, et fais savoir ce qui est à ta convenance dans mon pays, afin que je te le procure.* — D'après les documents déposés au musée de Berlin, il semble que Burraburiyas ait épousé une princesse égyptienne (1).

Le langage de Burraburiyas, très obséquieux envers le roi d'Égypte, répond à la situation du peuple babylonien sous la dynastie nommée Kassite à tort ou à raison, à laquelle Burraburiyas se rattache par son nom et par l'époque où il vécut. Ninive et Babylone se tiennent alors en échec et luttent souvent avec des chances diverses. Grâce à leur rivalité, l'Égypte pose en maîtresse dans l'Asie occidentale.

Le British Museum possède deux lettres d'un roi d'*Alasiya*. Celui-ci, dans la dépêche qu'a publiée M. Budge, nous apprend qu'il forgeait le bronze. Il offre ses services au roi d'Égypte. Il rend le double de ce qu'il reçoit. Aussi lui conseille-t-il d'adresser ses demandes à lui plutôt qu'au roi de Khatti et au roi de Shankhar, ses voisins probablement, et ses rivaux en industrie. — Il est regrettable que les deux tablettes de ce roi, très bien conservées dans les autres parties, soient endommagées précisément là où se lisaient son nom et celui du roi d'Égypte auquel il écrivait.

Une lettre du roi d'Alasiya au roi d'Égypte figure aussi

(1) Le renseignement est emprunté à M. H. Winckler.

dans la collection Bouriant, mais en si mauvais état, d'après la transcription de M. Sayce, qu'il n'y a rien à en tirer.

L'Alasiya, pays de langue assyrienne, voisin du Khatti sur le moyen Euphrate, et riche en bois, devra se chercher dans la Mésopotamie nord-occidentale, vers la région où les inscriptions assyriennes d'une époque plus récente placent le Kummukh, qui paya parfois un tribut de cèdres ou de cyprès au roi de Ninive.

Les documents les plus nombreux et les plus étendus, comme aussi les plus intéressants, émanent de *Tusratta, grand roi, roi de Mittanni*. Le British Museum en a acquis trois de 85, 54 et 32 lignes, sur des tablettes bien conservées, dont les dimensions sont, en pouces anglais, $8\frac{3}{4} \times 5$, $4\frac{7}{8} \times 3$, $3\frac{1}{2} \times 2\frac{5}{8}$, et le musée de Berlin semble en avoir obtenu beaucoup plus. Les lettres sont adressées à Aménophis III.

Sur une des tablettes de Tusratta, l'archiviste égyptien a tracé les mots : *lettre de Naharina*, indication précieuse qui suppose l'identité au moins partielle du Naharina et du Mittanni. Les deux noms étaient connus depuis longtemps par les annales des rois d'Égypte et d'Assyrie. Sur les données égyptiennes, M. Maspero trouve le Naharina entre le Balikh et l'Oronte (1) ; sur les données assyriennes, M. Ed. Schrader fixe le Mittanni dans la région limitée par le Balikh et l'Euphrate, en d'autres termes, si la délimitation de M. Maspero est exacte, dans le Naharina oriental. Il n'y a pas incompatibilité pour le moment entre ces déductions parallèles, basées sur des monuments d'époques très diverses. Entre les temps de la dix-huitième dynastie égyptienne, auxquels remontent les données de M. Maspero, et le règne de Teglatphalasar Ier, dont M. Schrader a suivi les indications, il s'est écoulé

(1) *Histoire ancienne des peuples de l'Orient*, 4e éd, pp. 179, 180.

plusieurs siècles(1). Durant cet intervalle, un remaniement de population se produisit dans la Syrie septentrionale, les peuples de Khatti, les Khétas des monuments égyptiens, occupèrent le territoire situé entre l'Euphrate et l'Oronte, et le Naharina se rétrécit. Quoi qu'il en soit, la marque : *lettre de Naharina*, tracée sur une des tablettes venues de Mittanni, n'implique point par elle-même l'identité absolue des deux pays. Sur une lettre venue de Bavière en Belgique, on marquerait : *lettre d'Allemagne*, sans identifier pour cela complètement les deux dénominations.

Les lettres de Tusratta déposées au musée de Berlin ont principalement rapport au mariage de sa fille avec le roi d'Égypte Aménophis III. Le point est aussi touché dans la grande lettre publiée par M. Budge; celle-ci est postérieure au mariage. Dans cette même lettre, Tusratta rappelle que son père a entretenu des relations commerciales avec le roi d'Égypte et lui a fourni les produits de son industrie. Il désire continuer les relations. Il envoie de riches présents à son beau-fils. La seconde lettre, dans la collection anglaise, parle du transport d'Istar de Ninive en Égypte. Tusratta est pour quelque chose dans l'envoi. La troisième lettre, au jugement de M. Budge, semble se rapporter à des affaires militaires.

Dans une des tablettes de Berlin, Tusratta mande au roi d'Égypte que l'ambassadeur chargé de sa lettre vient avec un interprète, un drogman, *targumannu*, pour la lui expliquer. Le détail est à noter. Il tend à montrer que l'assyrien était peu connu en Égypte sous Aménophis III, et qu'il n'était point dès lors, comme on l'affirme depuis la découverte de Tell el-Amarna, la langue généralement employée pour la correspondance internationale par les peuples orien-

(1) Teglatphalasar écrit le nom *Mitâni*, mais l'identité des deux noms est à peu près certaine. Ces fluctuations de l'orthographe se remarquent fréquemment dans les textes assyriens.

taux depuis le Tigre jusqu'au Nil. Les difficultés de l'écriture assyrienne rendent d'ailleurs la chose invraisemblable. Que l'Égypte, disposant de ressources supérieures, ait eu dans la suite des scribes pour l'assyrien, on l'admettra sans peine : on en surprend un indice dans la pièce assyrienne de Tell el-Amarna, qui commence par ces mots : *Aux rois du pays de Kinaïm (mes) serviteurs, mes frères*, probablement la copie d'une lettre adressée par le roi d'Égypte à des princes mésopotamiens, et par conséquent écrite en Égypte (1).

Si l'on prétend que ces scribes étaient en partie indigènes, par défiance d'interprètes étrangers, on le concédera de même. La chose néanmoins présentait de sérieuses difficultés, malgré tous les secours dont on disposait. Sans doute, un Égyptien, dans le milieu voulu, pouvait sans trop de peine apprendre la langue assyrienne, par les leçons et la pratique, pour l'usage oral ; mais il lui était infiniment moins aisé d'acquérir la connaissance de l'écriture cunéiforme au degré requis pour la lecture des dépêches de Ninive et de Babylone, qu'il ne s'agissait ni d'interpréter avec le secours de syllabaires et de lexiques, ni de déposer dans un musée en attendant que le progrès de la science en rendît l'explication possible, mais de traduire sur le champ et à coup sûr. Avant tout service pratique, le futur interprète de correspondance assyrienne avait à se mettre dans les doigts, et par les doigts dans la mémoire, plus de cinq cents caractères composés d'élé-

(1) Budge, n° 64. — Plusieurs songeront au pays de *Chanaan* à propos de *Kinaïm*. Mais l'hiatus, dans Kinaïm, peut provenir de plusieurs émissions gutturales différentes, et il n'est pas sûr que l'on doive suppléer dans Kinaïm la gutturale *aïn* du mot Chanaan en hébreu. Il faudrait aussi supposer, pour l'identification, le *n* changé en *m*. De plus, une petite lacune est marquée par M. Budge, dans le texte, après *Kinaïm*, qui peut ainsi avoir perdu une syllabe. Enfin et par-dessus tout, les Chananéens n'écrivaient ni ne parlaient l'assyrien, et, jusqu'à preuve positive du contraire, nous n'admettrons pas que le roi d'Égypte se soit adressé à eux dans cette langue, qui lui était pareillement étrangère. — Une lettre assyrienne, adressée aux princes chananéens, devrait venir d'ailleurs.

ments nombreux, souvent très compliqués, à ne s'en tenir qu'à leur forme la plus simple, le cursif ninivite ; il avait à en apprendre les valeurs multiples, idéographiques et syllabiques, ainsi que les valeurs idéographiques des combinaisons infinies formées de deux ou trois caractères, valeurs qui ne se dégagent pas toujours clairement des composants. Cela suppose bien dix ans de lecture et d'exercice graphique. Cependant nous n'en conclurons pas qu'un État comme l'Égypte n'a pas eu de scribes nationaux pour le cunéiforme.

D'un autre côté, nous nous garderons d'exagérer la portée de certains indices. Qu'une main ait écrit en égyptien sur plusieurs tablettes le mot *lu*, cela constate la lecture officielle des dépêches. Mais qui avait lu ? Que, sur une autre tablette, une main également égyptienne ait séparé les mots par des points noirs ou rouges ; j'y vois les tâtonnements d'un homme encore peu avancé dans la connaissance de l'écriture cunéiforme. Mais conclure de là à l'existence de scribes pour l'assyrien, la logique ne le permet pas. Elle permet encore moins d'en inférer l'adoption de l'assyrien comme langue diplomatique dans l'ancien monde oriental. Il est regrettable que ces sortes d'idées, nées du premier enthousiasme des découvertes, fassent d'ordinaire leur chemin si aisément. Propagées par des vulgarisateurs qui cherchent à émerveiller des lecteurs dépourvus de critique, elles s'emparent aussitôt de l'opinion et l'égarent quelquefois pour de longues années.

Si l'Égypte, pour la raison donnée plus haut, doit avoir eu ses propres scribes et ses propres interprètes pour l'assyrien, pareil luxe était-il possible dans les petites principautés syriennes ? On compare, au point de vue de l'usage international, l'assyrien à l'araméen, langue officielle du gouvernement persan pour les contrées situées à l'ouest de l'Euphrate ; mais l'araméen, qui s'exprimait dans un alphabet composé d'une vingtaine de lettres, ne peut être mis en comparaison, pour l'usage écrit, avec l'assy-

rien, lié à un système graphique mille fois plus compliqué (1).

Nous ne refuserons pas néanmoins d'admettre le fait, s'il ressort avec certitude des textes de Tell el-Amarna, quand on les aura publiés et soigneusement étudiés. Pour le moment, tout ce que nous pouvons accorder, c'est que les chefs étrangers qui servaient d'intermédiaires entre le roi d'Égypte et ses sujets syriens ont pu prêter leurs scribes aux princes ou aux États locaux pour la correspondance avec le suzerain, dont la chancellerie, dans l'hypothèse, était fournie d'interprètes pour l'assyrien, à moins que les porteurs de dépêches ne fussent accompagnés d'interprètes, comme dans le cas cité plus haut, ou n'en remplissent eux-mêmes les fonctions.

Les faits positifs ne manquent pas pour prouver que les rois de Mittanni et d'Alasiya, et en général les correspondants des Aménophis qui se servent de l'assyrien écrivent dans leur propre langue et non dans un idiome d'emprunt.

L'écriture de leurs documents offre, comme on l'a vu, un mélange des formes de Babylone et de Ninive, et cela, je l'avoue, conviendrait assez à des scribes étrangers qui se seraient exercés sur des modèles demandés aux deux pays; mais elle présente aussi des formes propres, qu'on n'a point rencontrées dans la foule de documents de même langue exhumés des bords du Tigre et de l'Euphrate, depuis Ninive et l'isthme de Babylonie jusque dans le voisinage du Schatt-el-Arab. Et ces nuances graphiques ne doivent pas s'attribuer à l'inhabileté des scribes, puisqu'on les rencontre dans des textes parfaitement tracés; elles ne sont pas davantage le résultat de caprices individuels, puisqu'elles proviennent de mains très diverses. Ce sont des

(1) Cf. Nöldeke, *Die semitischen Sprachen*, pp. 28, 29. M. Nöldeke incline à croire que les Perses ont adopté l'araméen comme langue officielle jusqu'en Egypte, et cela à cause des complications de l'écriture égyptienne, tant il importe de considérer l'élément graphique dans le choix d'une langue internationale.

types fixes, consacrés par l'usage d'un pays qui, n'étant ni la Babylonie ni l'Assyrie, doit se chercher dans la Mésopotamie occidentale, ce qui nous ramène vers le Mittanni et l'Alasiya. Or, un développement propre et original de l'écriture cunéiforme dans ces cantons se conçoit à peine, si on n'y parlait point l'assyrien. Alors, en effet, les scribes de la Mésopotamie occidentale, maniant une langue étrangère dans une écriture d'une complication infinie, devaient sans cesse aller à l'école de leurs confrères assyro-babyloniens et se trouvaient condamnés à reproduire servilement leurs formes.

On n'échapperait pas à la difficulté par la supposition de scribes assyro-babyloniens, secrétaires des rois de Mittanni et des pays voisins, pour les rapports internationaux ; car ces scribes auraient employé leurs types traditionnels. Ils fussent aussi restés fidèles à leurs habitudes de langage. Or, dans les lettres de Tusratta et du roi d'Alasiya publiées par M. Budge, je remarque un détail qui dénote un parler spécial. La conjonction *u* s'y trouve employée à profusion, à peu près comme son correspondant *v* dans les textes hébreux, usage dont je ne pense pas que les monuments de Ninive et de Babylone offrent jamais pareil exemple.

Les rois de Mittanni et d'Alasiya trahissent encore leurs affinités assyriennes d'un autre côté. Ils adorent les dieux assyriens Nirgal et Istar. Il ne faut pas voir dans Istar quelque déesse des pays d'Aram identifiée par les scribes, à cause d'analogies, avec l'Istar assyrienne. Tusratta vénère l'Istar de Ninive, dont il envoie ou fait envoyer la statue au roi d'Égypte : « Istar de Ninâ, la maîtresse des *vastes* (?) terres, qu'elle parte, qu'elle demeure au pays d'Égypte que j'aime.... Je l'envoie, elle part (1). »

A ces considérations, on objectera que le domaine de la

(1) Budge, n° 78.

langue, aussi bien que du peuple assyrien, se terminait avec la Babylonie à l'ouest. On parle souvent dans cette hypothèse, mais qu'en sait-on? L'usage exclusif de l'araméen dans la Mésopotamie occidentale est constaté pour une époque relativement récente. Mais au IXe siècle avant notre ère, sur les rives du Khabur, dans la Mésopotamie centrale, deux princes indigènes, vassaux d'Assurnatsirpal, portent des noms assyriens, *Salman-khaman-ilâni*, *Iluraman* (1); et le roi de Sukhu, pays qui s'étendait au bord de l'Euphrate, au moins jusqu'au Balikh, et confinait ainsi au Mittanni, figure sur l'obélisque de Nimrud, au-dessus du quatrième registre de bas-reliefs, sous le nom babylonien de *Marduk-habal-iddin*. Nous avons signalé le dernier fait avant la découverte des tablettes assyriennes de Tell el-Amarna (2).

Plusieurs noms assyriens se rencontrent parmi les officiers auteurs des dépêches. Les noms *Arad-Istar* et d'autres qui ont pour premier composant *Arad*, ainsi qu'*Abi-sarri*, *Supi-ardata*, *Sipti-Ramanu*, enfin un nom à moitié effacé qui commence par le vocable divin *Dagan* portent une empreinte assyrienne authentique. Nous négligeons des noms renfermant *Ramanu* ou *Addu*, mais qui ne sont pas évidemment assyriens pour le reste, bien qu'ils n'y répugnent pas et qu'ils aient même beaucoup de chances de l'être, se trouvant dans le voisinage des précédents. La raison en est que *Ramanu* ou *Addu* se rencontre aussi dans des noms araméens, comme celui de *Raman-idri*, roi de Damas, dans les annales de Salmanasar III d'Assyrie. Parmi les autres signataires de lettres, on trouve fort peu de noms qui, soit par la forme, soit par les éléments radicaux, répugnent à l'assyrien. Ils se ramènent au contraire presque tous à des types assyriens connus. Il est bien

(1) Assurnatsirpal, I, 78.

(2) Voir notre premier article sur *L'Asie occidentale dans les inscriptions assyriennes*, au tome XVI de cette revue, pp. 502, 503, ou le tirage à part, pp. 14, 15.

entendu qu'au point de vue actuel on considère avant tout les signataires de correspondances, et qu'on laisse de côté les Syriens, Phéniciens ou Égyptiens dont les noms se rencontreraient dans les lettres. La mention d'un Russe dans une lettre française n'empêche pas l'auteur de la lettre d'être Français. Des éclaircissements si simples sont nécessaires pour plusieurs critiques.

Les dépêches dont nous parlons offrent les mêmes particularités graphiques que celles de Tusratta, lequel semble s'occuper aussi des affaires de Syrie pour le compte du roi d'Égypte et le renseigner sur ce qui se passe dans cette contrée (1). Ainsi les auteurs de la correspondance découverte à Tell el-Amarna semblent tous venir du Mittanni ou d'autres cantons de langue assyrienne situés dans le voisinage, comme l'Alasiya. Plusieurs passages de leurs lettres accusent une rivalité entre eux et leurs voisins les Khétas ou Khattis ; une lettre demande un secours pressé contre une attaque de ces derniers (2). Dès lors tout s'explique en dehors de l'hypothèse d'une langue diplomatique commune, qui n'aurait pu être imposée que par l'Égypte, un pays qui ne la comprenait point. Il est beaucoup plus naturel de penser, après les considérations que nous venons de développer, que les rois d'Égypte, déjà entravés dans leurs progrès en Asie par les Khétas, qui causèrent tant de difficultés à la dix-neuvième dynastie, avaient voulu s'attacher par des alliances matrimoniales et des avantages commerciaux, et associer aux bénéfices de leurs conquêtes, un peuple capable de leur nuire grandement, si le désespoir le poussait à s'unir avec leurs nouveaux ennemis. Les chefs de ce peuple gardaient la Syrie pour le Pharaon et correspondaient avec lui dans leur propre langue.

(1) Voir Eb. Schrader, les remarques ajoutées à la notice d'Ad. Erman, n° 5.

(2) D'après M. Lehmann.

De la sorte, les monuments de Tell el-Amarna nous remettraient sous les yeux une phase encore ignorée de la domination égyptienne en Asie.

Après la grande victoire remportée sur les confédérés syriens par Thotmès Ier, de la dix-huitième dynastie, prédécesseur éloigné de nos deux Aménophis, on voit les Pharaons constamment occupés à remettre sous le joug les mêmes populations. Cela tient à la conduite suivie en ce temps-là par les rois d'Égypte à l'égard des peuples vaincus. Les conquérants regagnaient la vallée du Nil après leur triomphe, sans laisser derrière eux ni gouverneurs, ni garnisons pour tenir leurs sujets en respect. A moins de circonstances particulières comme une résistance trop opiniâtre, les chefs locaux, très nombreux surtout en Palestine, gardaient leur indépendance. Il leur était loisible de se quereller ou de s'unir entre eux, à la condition de reconnaître la suzeraineté du roi d'Égypte et de lui payer le tribut annuel. Rien ne s'opposait non plus à ce qu'ils conspirassent contre leur maître. C'est beaucoup plus tard que l'on voit, dans les monuments égyptiens proprement dits, Séti Ier et Ramsès II, de la dix-neuvième dynastie, remédier à ce manque d'organisation, instituer des gouverneurs et placer des garnisons en Syrie (1). Les textes cunéiformes de Tell el-Amarna se rapportent à une époque intermédiaire, où des tribus alliées plutôt que subjuguées aidaient les Pharaons à maintenir un état de choses dont elles partageaient les profits.

Ainsi, des officiers de langue assyrienne au service du roi d'Égypte surveillent les peuples vaincus. Ils font parvenir au monarque les produits naturels ou industriels des régions qu'ils occupent. Ils lui rendent compte de leur situation ; ils lui demandent du secours en cas de détresse. Ils sollicitent parfois aussi quelque faveur de leur

(1) Voir Alfred Wiedmann, *Geschichte der achtzehnten egyptischen Dynastie*, pp. 21, 22.

maître ; ce dernier détail d'après M. Budge. Ils fonctionnent en Syrie et en Palestine ; du moins, parmi les noms de villes qui figurent dans leurs dépêches, tous ceux qu'on a identifiés avec certitude ou seulement avec vraisemblance nous ramènent vers l'Asie. C'est Tunep, connu par les monuments égyptiens, puis Semara, Byblos, Tyr, Sidon, Akka (Acre), Ascalon, Aïalon, etc. Voilà tout ce que l'on sait pour le moment.

Aucun assyriologue, je crois, ne suivra M. Sayce (1), qui, dans une des lettres de la collection Bouriant, trouve sans hésiter le *Soudan*, exprimé par le mot *sutinni*, bien qu'à en juger par sa propre transcription, rien n'indique que *sutinni* soit même un terme géographique (2). Ici encore, M. Sayce, mal engagé, ne s'arrête point dans la voie des fausses déductions. Il part de l'idée que l'assyrien, à l'époque de la dix-huitième dynastie, était la langue de la diplomatie et de la *science* dans l'Orient civilisé, qu'elle avait tellement prévalu à la cour des Pharaons, que ceux-ci faisaient tenir leurs comptes en assyrien (3), que des officiers, égyptiens de naissance et d'éducation, dictaient

(1) Dans la notice indiquée, pp. 498, 499.

(2) Il est clair qu'on a été mis sur la voie de la découverte par l'assonance de *Sutinni*, prononcez *Shutinni*, et de *Soudan*. Il fallait se rappeler que ce dernier est arabe et n'était probablement pas en usage quinze siècles avant notre ère. *Soudân* signifie le *pays des Noirs*. L'assyriologue anglais tire *Shutinni* de l'assyrien *shûtu*, sud, ce qui confirmerait l'identification !

(3) M. Sayce, par exemple, dans les fragments de la tablette rangée dans sa notice sous le n° XIII, pp. 519-525, voit un inventaire d'objets appartenant au roi d'Égypte et déposés à Khoutnaton. La chose serait *très évidente*, bien que le texte n'ait été ni lu, ni interprété en une foule d'endroits, de l'aveu de celui qui parle ainsi. On a sous les yeux une pure nomenclature, sans indication spéciale. Les mots du texte que M. Sayce ne comprend pas seraient, à l'en croire, presque tous étrangers à l'assyrien et probablement empruntés à l'Égypte. Pourquoi ? A cause de l'idée *à priori* que s'est faite M. Sayce de l'usage de l'assyrien en Égypte. *Namsa* et *kûpi*, dit-il, sont *certainement* étrangers à l'assyrien. Mais pourquoi *namsa* et *kûpi*, mots non interprétés, seraient-ils moins assyriens que *namra* et *nûri ?* Personne au monde ne peut dire à première vue que *namsa* et *kûpi* répugnent à l'idiome d'Assur. Les assyriologues commencent à protester contre ces affirmations sans fondement, et ils ont raison ; car, sans cela, on croirait au compérage. Voir Halévy, *La religion des anciens Babyloniens et son plus récent historien*,

leurs rapports au roi dans la même langue (1). Il interprète les textes de la collection Bouriant sous l'influence de cette idée préconçue, et il y trouve un grand avantage. Comme les officiers dont il s'agit, ainsi que leurs scribes, comprennent mal l'idiome étranger qu'ils s'obstinent à employer, le savant anglais, sûr de son assyrien, se permet de modifier leurs lettres comme bon lui semble. Un pareil procédé, qu'on n'appliquerait pas sans encourir les rigueurs de la critique à des textes grecs ou latins, produit naturellement de brillants résultats (2). Les découvertes sont encore facilitées par les nombreuses lacunes des textes sur lesquels M. Sayce a opéré. C'est à côté d'une lacune qu'il a découvert le Soudan ; c'est dans un contexte du même genre qu'il trouve le mot *ipri*, qu'il est *tenté* de traduire par *Hébreux*. Mais il fera bien de repousser la tentation, car on verra plus loin que le sens probable du mot *ipri* dans le passage est tout simplement *poussière*, et que, dans tous les cas, *ipri* n'est pas un nom de peuple. Nous conseillons aussi au brillant écrivain de

M. Sayce, dans la Revue de l'histoire des religions, t. XVII, pp. 169-218; C. Bezold, *The Woman's Language of Ancient Chaldæa*, dans les Proceedings of the Soc. of Bibl. Arch., 1888, pp. 16, 17. Sur les découvertes égyptologiques de M. Sayce, voir dans les mêmes Proceedings, 1888, pp. 18-21, P. Le Page Renouf, *Pronominal Forms in Egyptian*. Nous conseillons de jeter aussi un coup d'œil sur l'article publié par nous dans le *Muséon*, en novembre 1888 : *L'exactitude et la critique en histoire d'après un assyriologue*, réponse à M. Sayce (publié à part, Paris, Leroux).

(1) Voir la note suivante.

(2) En voici la preuve. Dans une des pièces de la collection Bouriant, il est parlé d'un *Milki, fils de Marratim ;* les deux noms sont accompagnés du signe aphone qui indique les noms de personnes. Pour celui qui a écrit la lettre, *Marratim* est un nom d'homme. Là-dessus, M. Sayce se livre aux considérations suivantes :

" Le scribe a *évidemment* mal compris l'expression sémitique : *le roi, fils du pays des marais*, c'est-à-dire *habitant du pays des marais*, et a fait de Milki *(melech)* un nom propre, et de Marratim un nom de personne. Comme *Marratim*, le nom des marais à l'embouchure de l'Euphrate, était familier à tout Babylonien, il semblerait que le scribe doit avoir été égyptien. Les noms de villes qui suivent montrent dans les marais en question les dunes sablonneuses de la côte des Philistins. „

Et voilà un homme métamorphosé en marais. M. Sayce a opéré de la même façon sur des textes de toute langue.

réfléchir sur son interprétation de certain mot *masi* (à prononcer *mashi)*, qu'il identifie pour le sens fondamental, dans un passage inintelligible jusqu'ici, avec le nom de *Mosé* (Moshé), Moïse.

Je crains bien qu'un autre assyriologue ne se trompe également quand il se figure un flot toujours croissant d'immigrants mésopotamiens pénétrant en Égypte à la suite de la princesse de Mittanni, femme d'Aménophis III; tous ces Sémites, très habiles en affaires, s'enrichissant dans la vallée du Nil; puis, à la cour de Thèbes ou de Khoutnaton, les scribes officiels adoptant les mots et les tournures de la reine, dont le parler égyptien se ressentit longtemps, à ce qu'il paraît, de son origine étrangère. Ainsi s'expliquerait le grand nombre de mots sémitiques dans le *Récit des deux frères*, le *Voyage d'un Égyptien*, etc. Ce courant extraordinaire de Sémites vers l'Égypte, à en croire M. Budge, doit avoir duré un siècle. Mais je doute que les tablettes de Tell el-Amarna fournissent de nouveaux éclaircissements sur ce point. L'infiltration de l'élément sémitique dans l'idiome égyptien s'expliquera toujours mieux par le voisinage des Chananéens, principalement des Phéniciens et des Arabes, qui affluent dans la vallée du Nil par le nord et l'est, à toutes les époques de l'histoire ancienne.

Sans aller jusqu'à ces excès, on reconnaît volontiers que les textes cunéiformes de Tell el-Amarna, par leur nature même, surpassent en importance la plupart des autres monuments de l'ancien monde oriental. Il suffit d'un peu de réflexion pour s'en convaincre.

L'histoire extérieure de l'Égypte et des vieilles monarchies mésopotamiennes repose presque tout entière sur les fastes des rois indigènes, sources des plus insipides et des moins dignes de confiance. Si les Pharaons copiaient et s'attribuaient sans scrupule les annales de leurs prédécesseurs; s'ils effaçaient, pour y substituer le leur, les noms de ces derniers des inscriptions gravées sur les

murs des temples ou sur des stèles exposées aux regards de tous, ont-ils été sincères dans leurs propres récits, uniquement destinés à satisfaire leur orgueil et à les recommander à la postérité? On accordera encore moins de crédit aux chroniques égyptiennes qui en découlent. Il résulte de là une grave difficulté pour l'histoire de l'Égypte. Tout travail sur ce sujet doit reposer sur un examen raisonné des sources, œuvre naguère encore assez peu avancée, si j'en crois M. Alfred Wiedmann, un juge compétent. Tout en consultant les sources, on raconte l'histoire d'Égypte telle que les prêtres égyptiens de la basse époque la concevaient ou que certains rois l'avaient arrangée, mais non pas dans la vérité des faits (1).

Chez les Assyriens, les annales des rois étaient tracées sur des prismes d'argile que l'on déposait dans les fondements des édifices, et la fraude trouvait moins à s'exercer, parce que dans ces monuments, que nous possédons en grand nombre, les substitutions sont impossibles. Une fois cuite ou simplement séchée au soleil, l'argile n'était plus susceptible de recevoir des caractères se rangeant dans le tracé primitif. Mais les fastes d'Assur sont entachés du même vice originel que les monuments authentiques des rois d'Égypte. Ils sont toujours suspects d'omission et d'exagération (2). Ces panégyriques personnels n'ont rien de commun avec nos tablettes, lettres d'affaires dans lesquelles les situations se révéleront sous des couleurs plus réelles. Tel est aussi le caractère des lettres assyriennes proprement dites; mais celles-ci, à en juger par ce que l'on en peut lire actuellement, sont courtes, d'un assez maigre contenu, et viennent de personnages moins intéressants. Les lettres de Tell el-Amarna, si peu que nous

(1) Sur la nature et la valeur des documents historiques de l'Égypte ancienne, voir les judicieuses considérations de M. Alfred Wiedmann, *Geschichte Ægyptens von Psammetich I. bis auf Alexander den Grossen*, 1880, pp. 2-74.

(2) Voir notre travail sur les *Inscriptions historiques de Ninive*, pp. 80, 81.

en connaissions, nous ont déjà découvert des faits importants, comme on l'a vu précédemment, et comme on le verra mieux encore par l'examen spécial des pièces dont le texte se trouve dès maintenant sous nos yeux. Il ne faut pas cependant se laisser aller à de trop belles espérances. Jusqu'ici les textes cunéiformes ont toujours plus promis que donné, tant à cause de leur maigre contenu que de l'impuissance de l'assyriologie.

II

EXAMEN SPÉCIAL DES TEXTES PUBLIÉS.

1. *Lettres des officiers du roi d'Égypte.*

Les lettres des officiers de Syrie au roi d'Égypte commencent d'ordinaire par une formule cérémonieuse très développée. M. Budge en a donné, en caractères cunéiformes, avec transcription en types latins, un spécimen dont voici la traduction :

« Au roi mon maître, mon dieu (1), mon soleil, pour information (2), en ces termes : Rib-Ramanu, ton serviteur, ta poussière (la poussière de) tes pieds, aux pieds du roi mon maître, mon dieu, mon soleil, je me prosterne (3) sept fois sept fois (4). »

Ce début offre plus de recherche d'humilité que celui des lettres adressées aux rois de Ninive qu'on a décou-

(1) Littéralement *mes dieux*. Mais que signifie le pluriel ?

(2) Nous lisons en deux mots *ki dhima*, et non *ki-bi-ma*, groupe auquel on ne trouve pas de sens.

(3) *Je me prosterne*, en assyrien *am-qut*, lecture justifiée par la variante *am-qu-ut*, dans la lettre cotée 23 par M. Budge. Notre traduction se base sur celle de la forme shaphel *ushamqit* du même verbe *maqatu*, si fréquente dans les annales de Ninive, dans l'expression *ina kakki ushamqit, j'abattis, je fis tomber* (les ennemis) *par les armes*. Je ne suis pas aussi sûr du sens de *prostration* pour l'idéogramme qui suit le second chiffre VII.

(4) Ce début est celui du n° 19 de M. Budge.

vertes en Assyrie, et qui n'offrent pas ce titre de roi, dieu et soleil, emprunté sans doute au style égyptien. Dans les lignes citées, M. Budge donne au mot *ipri* son sens ordinaire de *poussière*, et l'interprétation convient au texte. Si le mot ne signifie pas *poussière*, il n'y a pas à démontrer qu'il signifie encore moins *hébreu*, traduction qui tente M. Sayce dans un passage parallèle (1).

M. Budge a publié en entier une petite lettre, envoyée par un chef qui opère au bord *du fleuve*, expression propre à désigner avant tout l'Euphrate et qui nous ramène, pour le lieu de provenance de la lettre, à la Mésopotamie et à la région du Mittanni.

« Au roi mon maître, pour information (2), en ces termes : L'homme de la ville de Dubu (3), ton serviteur, aux pieds du roi mon maître, du soleil *li-bi-ma(?)*, sept fois en (sa) présence, sept prostrations (chaque fois), je me prosterne. Tu as envoyé (un message) au fleuve (4), vers les hommes des quatre X, et maintenant moi je suis en marche, ainsi que mes hommes et mes chars, à la rencontre des soldats du roi, jusqu'au lieu où tu iras (5). »

Le prince ou chef qui envoie sa réponse fait sans doute partie des gens des quatre X. Le roi d'Égypte semble avoir appelé ses vassaux mésopotamiens sous les armes lors d'une expédition en Syrie.

Ici s'arrêtent nos renseignements sur les lettres de la première catégorie. Je laisse de côté, pour le détail, les tablettes de la collection Bouriant, parce qu'on ne les a pas publiées jusqu'à présent dans le texte cunéiforme, mais seulement en caractères latins, et que, de l'avis de tous les

(1) Voir sa notice, p. 403.

(2) Ici encore nous lisons *ki dhi-ma* et non *ki-bi-ma*.

(3) Ou *Gubbu*. M. Budge lit *Ish-du-bu* ou *Ish-gub-bu* ; mais le premier caractère, qu'il lit *ish*, est certainement l'idéogramme de *alu*, ville, dans les extraits du n° 25 de sa notice.

(4) Je lis en deux mots *a-na na-ar*.

(5) Voir le texte avec la transcription en caractères latins, modifiée dans les trois notes précédentes, pages 564 et 565 de la notice de M. Budge.

assyriologues, on risque trop à suivre des transcriptions qui précisent la lecture des caractères polyphones des originaux. Je passe donc aux lettres royales, et en premier lieu à celle de Tusratta, roi de Mittanni, la plus curieuse au point de vue historique (1).

2. *Lettre de Tusratta à Aménophis III.*

Tusratta (plus exactement Tushratta) commence par une sorte d'adresse faisant corps avec le texte même de la lettre :

« Lettre au roi de Mitsrî (Égypte), mon frère, mon gendre, qui m'aime et que j'aime, pour information (2), ainsi ».

Viennent ensuite les bons souhaits en usage dans les lettres assyriennes. La formule prend ici un développement extraordinaire :

« Tusratta, grand roi, ton beau-père qui t'aime, roi de Mittanni, ton frère : pour moi je jouis du salut (3). Salut à toi ! — A ta maison, à ma sœur, à la *troupe* (?) de tes femmes, à tes enfants, à tes chars, à tes chevaux, à tes officiers, à ton pays, et à ton X, salut, abondamment, abondamment (4). »

Le roi de Mittanni rappelle alors les relations amicales des rois d'Égypte avec ses ancêtres, d'où il résulterait que la politique égyptienne s'appuyait depuis quelque temps déjà sur les princes de la Mésopotamie occidentale :

« Tes pères aussi ont été en grande amitié avec mes pères. Toi donc renouvelle (cette amitié). Tu as été en amitié avec mon père grandement, grandement. Mainte-

(1) Le texte cunéiforme de la lettre a été donné, avec transcription en caractères latins et résumé du contenu, par M. Budge, pp. 557-561.

(2) Toujours *ki dhi-ma*, non *ki-bi-ma*.

(3) Faut-il traduire *salut à moi* dans le sens optatif, bien que Tusratta omette la particule *lû* qui est d'usage constant en assyrien dans les souhaits ?

(4) Recto, l. 1-8.

nant toi et moi nous nous aimerons. Tu m'établiras en fortune au-dessus de mon père (1). Que les dieux *fassent prospérer* notre amitié ; que le dieu Raman (ou Addu), mon maître, et le dieu Asunum la *consolident* pour toujours (2). »

Voici quel serait, d'après M. Budge, le contenu des lignes qui suivent immédiatement dans la lettre. Tusratta dirait que Manî, *le petit-fils de son frère*, de son frère au sens propre, lui a exprimé le désir d'épouser une fille d'Aménophis, et il appuie sa demande. Il envoie Giliya, son petit-fils à lui, porteur de la lettre. Il espère que Giliya reviendra avec une décision favorable d'Aménophis concernant le mariage projeté.

Je comprends tout différemment ce passage, auquel est attachée l'interprétation générale du document. Si je ne me trompe, Tusratta par *mon frère* désigne le roi d'Égypte à la troisième personne, comme il le fait certainement plus loin (3), au jugement de M. Budge lui-même, et comme le font aussi les rois de Babylone et d'Alasiya dans leurs lettres à Aménophis. De plus, l'idéogramme complexe que M. Budge traduit *petit-fils*, bien qu'il puisse avoir ce sens, en a plusieurs autres (4). D'après le contexte, il doit signifier ici *messager*, *ambassadeur*.

Dans les lignes dont il s'agit, Tusratta rappelle au roi d'Égypte la joie que lui causa le mariage de sa fille avec un prince si puissant. Il n'est pas question d'autre mariage dans la lettre.

« Lorsque mon frère m'eut envoyé son messager avec ces mots : « Mon frère, donne-moi ta fille pour femme,

(1) *Ushu*, correspondant de l'hébreu *yeshah*, bonheur, prospérité.

(2) Recto, l. 9-16. — Dans la version de ce passage comme dans la suite, je souligne les mots que je ne puis rendre d'une manière assez précise, et dont le sens, inconnu d'ailleurs, repose uniquement sur le contexte actuel.

(3) Verso, l. 29.

(4) M. Brünnow, dans sa liste des idéogrammes, nos 4101-4111, cite onze lectures différentes de ce groupe. Une seule exprime avec certitude l'idée de fils ; plusieurs ont un sens différent, très connu.

fais-la maîtresse de l'Égypte, » (alors) le dieu Raman fit..... (1) de mon frère. Jamais je ne me le serais dit auparavant. Conformément au désir de mon frère, je la *remis* à Manî. Il la vit et..... (2), et la *conduisit* heureusement au pays de mon frère. Puisse la déesse Istar et le dieu Asunum la *rendre heureuse*, suivant le cœur de mon frère (3).

Immédiatement après, Tusratta exprime la joie qu'il éprouva au retour de Giliya son messager, qui semble avoir accompagné la princesse de Mittanni en Égypte :

« Giliya, mon messager, m'a rapporté la parole de mon frère, comme il l'a entendue, et cela me plut fort. Je me suis grandement et fortement réjoui, disant : Me voilà *élevé* à cette fortune ! Qu'entre nous, nous nous aimions mutuellement ! Maintenant, par le moyen de ces communications, puissions-nous nous aimer toujours (4). »

Vers la fin de la lettre, on voit que Giliya est renvoyé en Égypte. Le passage qui suit immédiatement les dernières lignes citées me semble se rapporter mieux à la seconde ambassade qu'à la première. Dans tous les cas, l'intérêt qui s'attache au fond reste le même.

« Lorsque j'envoyai (le messager) à mon frère, je parlai ainsi : Moi et mon frère puissions-nous nous aimer beaucoup et vivement. Entre nous..... Et à mon frère j'ai dit : Que mon frère m'accorde à mon tour l'amitié plus qu'à mon père. Et à mon frère, je demande beaucoup d'or ; que mon frère m'en accorde et m'en envoie plus qu'à mon père. A mon père tu as envoyé beaucoup d'or. Tu lui as envoyé de grands *lingots* (?) d'or, de grands X d'or ; tu lui as envoyé des briques d'or (5), comme on en *fait* de bronze.

(1) Mots non traduits.
(2) Item.
(3) Recto, 17-24.
(4) Recto, 25-29.
(5) Exprimé par le même idéogramme que *libittu*, brique.

»... (1). J'envoie Giliya à mon frère, et je demande de l'or *à mon frère* (2), en ces termes : Moi, que mon frère m'envoie à mon tour *de l'or* plus qu'à mon père ; qu'il m'envoie beaucoup d'or non *affiné* , que mon frère m'en envoie dans mon pays plus qu'à mon père. Maintenant je dis à mon frère : L'objet X (3) que l'*aba* de mon père a fabriqué, je l'ai fait resplendir (4) comme *kini (?)*; j'en ai fait des ustensiles pour toi. Et maintenant je dis : L'or que mon frère m'envoie, qu'il l'envoie pour des (en échange de) *tirkhati* (5). Si mon frère m'envoie de l'or, je dis : je suis *affineur* (?), et toi tu n'es pas *affineur* (6). J'*affinerai* l'or, et quand je l'aurai *affiné* (7), je me réjouirai beaucoup, et de tout ce que mon frère m'aura envoyé, je me réjouirai beaucoup. Maintenant, cela étant, j'envoie (un messager) à mon frère. Que mon frère m'établisse en faveur plus que mon père. Je demande de l'or à mon frère, et l'or que (le messager) demandera à mon frère passera, suivant son désir, par deux opérations : d'abord (il sera réduit) en *karashki* (masse épurée), deuxièmement (il sera façonné) en *tirkhati* (8). »

(1) Mot non traduit.

(2) Mots suppléés pour combler une lacune.

(3) L'objet X est exprimé par *karash...*, à compléter probablement en *karashki*, mot qui semble désigner plus bas (verso, l. 58) l'or affiné, mais non façonné.

(4) *a-ash-ni*. avec une émission gutturale entre les deux, peut appartenir à la même racine que l'arabe *hhasan*, beau, ou l'hébreu *khoshen*, un des ornements du grand-prêtre.

(5) *Tirkhati*, associé à *pashshuru*, table, chez Strassmaier, lexique n° 8962, désigne un ustensile ou un meuble.

(6) Si tant est que le *mishmu* signifie affineur ou orfèvre, Tusratta veut dire que le façonnage des métaux est plutôt le fait de ses compatriotes que des Egyptiens, et non pas que cet art soit absolument inconnu en Égypte.

(7) Littéralement : je le *disposerai* suivant sa forme, et quand je l'aurai *disposé* suivant sa forme.

(8) Recto, 30-42, et verso, 1-16 — Ligne 34, je lis *ma-a-at-ta* (= beaucoup), en un mot, non *ma-a at-ta* (= *et toi*), en deux mots ; ligne 38, je supplée la lacune en *ash-shu* et non en *an-ni*, conformément au contexte. — D'après M. Budge, Tusratta, l. 34-38, parle d'or qu'Aménophis réclame de son père à lui Tusratta ; il dirait que l'or va lui être envoyé par son père, qu'il va

Ce passage, si nous ne l'avons pas trop mal compris, se résume ainsi :

Tusratta demande de l'or brut à Aménophis pour le fondre et l'épurer au creuset, le façonner ensuite, et renvoyer les objets fabriqués au roi d'Égypte, en se réservant sans doute une part convenue du métal comme salaire. Il sera très heureux de servir ainsi le roi d'Égypte.

L'or non affiné se dit en assyrien : or qui n'a pas le *shipar*. Le mot signifie en général quelque chose de beau et d'éclatant. Je ne pense pas que *shipar* désigne la forme monétaire comme on l'a prétendu.

Quelques détails sont à noter. Il semble que Tusratta personnifie la population industrielle de son royaume, comme nous avons vu des monarques assyriens s'approprier l'agriculture de leur pays, et dire : *je plantai*, là où il est manifeste que ce sont leurs sujets qui ont planté (1). Ce trait, s'il se confirme, est de nature à modifier un peu l'idée que l'on se fait généralement des anciens rois d'Asie. Il semble aussi que l'art étranger ait été mis à contribution par les Pharaons. Le fait tendrait à embrouiller l'étude de l'art égyptien. Devant un ouvrage exhumé des ruines d'Égypte, il faudrait plus que jamais se demander s'il appartient à l'industrie locale.

Tusratta fait suivre ses propositions d'instances si pressantes, qu'il se donne à nos yeux l'air d'un mendiant importun. On voit néanmoins qu'au fond il propose surtout un échange de produits auquel le roi d'Égypte trouvait aussi ses avantages. Le ton de la lettre, mélange de bassesse et d'assurance, se ressent de la position inférieure de Tusratta, bien qu'il s'appelle *grand roi*, et de ses relations de famille avec le roi d'Égypte. Sous ce rapport néanmoins,

l'envoyer au roi d'Égypte, et puis, l. 39-42, que de fait son petit-fils Giliya apporte l'or en question. Au verso, l. 1-11, il parlerait de nouveau du mariage projeté de Manî avec une princesse égyptienne.

(1) Voir, dans la livraison précédente, *Les travaux hydrauliques en Babylonie*, pp. 500, 501, ou le tirage à part, p. 53.

on doit se défier un peu de ses impressions. On ne comprend pas assez l'assyrien pour se rendre bien compte de l'effet de certains tours ; on est encore trop astreint à la traduction mot à mot ; si l'on avait un sentiment plus vrai de cette langue, on emploierait dans les versions des équivalents moins littéraux et partant plus justes. Mais, dans l'état actuel des connaissances, s'éloigner de la littéralité, ce serait souvent tomber dans la fantaisie.

Tusratta continue en ces termes :

« Que mon frère me fasse apporter en très grande quantité de l'or *affiné;* qu'il me fasse apporter de l'or plus qu'à mon père. Dans le pays de mon frère, l'or abonde comme la poussière. Que les dieux le fassent prospérer (dans la suite), comme en ce moment où l'or abonde dans le pays de mon frère ; (à lui) prospérité plus (encore) que maintenant. Qu'il fournisse de l'or..... (1) et que mon frère me fasse apporter de l'or non *affiné*. Ce dont mon frère a besoin pour sa maison, qu'il le mande et l'*explique*(?), et moi je disposerai tout conformément au désir de mon frère. Ce pays, mon pays, est à mon frère, et cette maison est celle de mon frère, (oui), la sienne (2). »

Après cela, Tusratta recommande Giliya, son ambassadeur, aux bonnes grâces d'Aménophis ; il conjure encore une fois les dieux de maintenir l'amitié qui l'unit au roi d'Égypte et qui doit être éternelle : « Nous nous aimerons comme à présent ; puissions-nous nous aimer toujours comme à présent. « Il énumère enfin les présents qu'il envoie à son puissant allié comme *salutations* ou *gages de paix, shulmani*. Ce sont des objets en or et en pierres précieuses, d'un grand poids, dont la nature précise ne se dégage pas suffisamment d'un texte encore obscur pour nous. Il y ajoute dix attelages, autant de chars de bois, et trente eunuques (3). Tusratta donne avec espoir de

(1) Deux lignes non traduites.
(2) Verso, 17-28.
(3) Verso, 29-43.

retour. Il ne faut donc point juger de sa richesse et de sa munificence par la grandeur de ses présents.

Nous espérons avoir saisi le sens général du document. Pour le détail, il est inutile de dire que notre traduction est incertaine en bien des points. La même observation doit s'appliquer à la pièce suivante.

3. *Lettre du roi d'Alasiya.*

Sans se donner comme Tusratta le titre de *grand roi*, ni se prévaloir de liens de parenté avec Aménophis, le roi d'Alasiya écrit sur un ton moins obséquieux. Il ne se met pourtant pas sur le pied d'une parfaite égalité : il parle de *son pays* et *des pays* du roi d'Égypte, le désignant ainsi comme le grand conquérant. Sa lettre roule à peu près exclusivement sur des échanges à effectuer sous le nom de *salutations* ou *gages pacifiques*. L'expression des vœux au début est encore plus développée que dans la lettre de Tusratta ; il y fait part égale pour lui et pour son puissant correspondant. Ce commencement présente des lacunes très regrettables ; comme nous l'avons déjà dit, un éclat de la tablette a probablement emporté le nom du roi d'Alasiya. Voici ces premières lignes :

» [Au] roi d'Égypte, mon frère..... le roi d'Alasiya ton frère..... à moi salut. Aux gens de ma maison, à ma femme, à mon fils, à mes grands officiers, à mes chevaux, à mes chars, et dans mon pays, salut soit-il, abondamment. A ceux de ta maison, à tes femmes, à tes enfants, à tes grands officiers, à tes chevaux, à tes chars, et dans tes pays, salut soit-il, abondamment (1). »

Il aborde sans introduction l'objet de la lettre et de l'ambassade qu'il envoie :

« Mon frère, maintenant j'envoie mon messager avec

(1) Recto, 1-8.

ton messager chez toi au pays de Mitsri. Maintenant que je t'envoie cinq X de bronze, c'est comme salutations que je te les envoie..... Comme il n'y a pas d'*officine pour la préparation* (?) du bronze chez toi, ainsi dans mon pays le dieu Nirgal (1), mon maître, a ordonné aux gens de mon pays de *préparer* (2), et de façonner mon bronze, et toi, mon frère, tu ne le sais pas (3). Envoie ultérieurement ton messager avec le mien, et tout le bronze que tu voudras, mon frère, je te le ferai parvenir (4). »

En même temps qu'il offre ses produits, le roi d'Alasiya prie le roi d'Égypte de lui envoyer certains objets :

« Mon frère, envoie-moi du Y en grande quantité. Mon frère me donnera du Y des dieux (5). Moi aussi à mon frère, tout ce que tu désires, je te le ferai parvenir. — Le *bœuf* que lui demandera mon messager (6), mon frère le lui donnera. Mon frère m'enverra de bons Z, *et des aigles pour les hommes X* (7). »

(1) Je ne suis pas sûr qu'il faille lire *Nirgal* ce nom de divinité ; mais il est certain que l'idéogramme employé a parfois cette valeur (cf. Brünnow, *List*, n. 1846). Je traduis simplement par *Nirgal* la périphrase assyrienne : le *shu-tin* de Nirgal, encore employée plus loin. Je ne connais pas le sens propre de *shu-tin* (et non *qat-ti*, comme on a lu le mot).

(2) Il me semble que le mot *iduk* n'est pas ici le prétérit du verbe *dâku*, tuer, mais un nom verbal d'une racine différente. Il se trouve à l'égard du verbe principal *kab-ba*, il a dit ou ordonné, dans le même rapport que l'infinitif *ibish* qui suit. — Il ne peut être question dans le passage d'un dieu qui envoie la peste (opinion de M. Budge).

(3) Littéralement : *cela n'est pas dans ton cœur*. Le sens est : tu ignores notre industrie, ou tu ne la connais pas assez.

(4) Recto, 8-18.

(5) Cela signifie probablement du Y excellent.

(6) Si le texte de M. Budge est correct, nous avons bien dans le passage l'idéogramme de valeurs *alpu*, bœuf, *airu*, un nom de mois, *ikimmu*, esprit malfaisant, et *lî* (sens inconnu). Abstraction faite du dernier sens, on ne peut songer qu'au premier, celui de bœuf, qui n'est pas invraisemblable. Nous avons vu un roi, probablement un roi d'Égypte, envoyer un bœuf au roi de Ninive. Cf. notre article *Encore un mot sur la géographie assyrienne*, dans la livraison d'avril 1888, pp. 458, 459, ou le tirage à part, pp. 42, 43.

(7) Recto, 19-22. — M. Budge traduit les derniers mots : *a man who understands eagles*, un homme qui s'entend aux aigles. Mais, dans le texte assyrien, *homme* est au pluriel, et si le clou vertical qui précède le nom fait fonction de chiffre, il ne peut signifier que *soixante*. Soixante hommes pour s'occuper des

Le roi d'Alasiya parle alors de bois de son pays qu'il permet à ses sujets de fournir au roi d'Égypte :

« *Avis (?)* à mon frère. Les hommes de mon pays se sont concertés avec moi ; mes arbres que le roi d'Égypte [a demandés], ils les prendront (pour lui) ; mon frère en [paiera] le prix. »

Le passage suivant, dont M. Budge nous semble avoir bien pénétré le sens malgré les lacunes du texte (1), tend à démontrer la multiplicité des rapports qui existaient entre l'Égypte et l'Alasiya, bien qu'on dise immédiatement après que depuis trois ans on n'a plus vu de messager du Pharaon dans le dernier pays. Il révèle aussi l'existence de droits reconnus pour la protection du commerce international.

« *Avis (?)* ainsi : un homme du pays d' [Alasiya] est mort au pays de Mitsri (Égypte) ; il [a laissé] des effets dans ton pays (2). Son fils, sa femme [sont] chez moi. Mon frère [sauvegardera] les effets des gens d'Alasiya ; mon frère les remettra aux mains de mon messager (3). »

Je donne avec beaucoup de réserve la traduction des lignes suivantes :

« Mon frère, tu n'as pas appris (4), — parce que durant trois ans ton messager [n'a pas visité] mon pays, que la *puissance du dieu Nirgal* (5) s'est fait sentir dans mon

aigles du roi d'Alasiya, paraît chose invraisemblable, et c'est ce qui nous empêche de nous arrêter à cette idée, qui se présente tout d'abord si on ne considère que la phrase. Nous donnons au clou vertical le sens de *ana*, pour, et nous faisons des trois caractères syllabiques *sha*, *i*, *li* un seul mot *sha-i-li*, et non deux, *sha i-li*. On demande des aigles pour les hommes *sha-i-li ;* mais que signifie *sha-i-li ?*

(1) Il en est de même du passage précédent.

(2) Probablement des objets de commerce, puisque la valeur est assez considérable pour provoquer une démarche diplomatique.

(3) Verso, 1-5.

(4) Littéralement : *il ne se trouve pas dans ton cœur.*

(5) *La puissance du dieu Nirgal ;* en assyrien, *le shutin de Nirgal.* Voir plus haut.

pays, que ma femme a eu un fils (1). C'est ce que je mande maintenant à mon frère (2). »

Le roi d'Alasiya reparle aussitôt de ses échanges, toujours proposés sous forme de dons mutuels :

« Envoie après (mon présent message) ton messager avec le mien pour (plus de) sûreté. Et je te ferai parvenir les présents à toi mon frère.

» *Avis (?)*. Mon frère me fera parvenir en grande quantité le Y que je désire ; et toutes les volontés qu'exprimera mon frère, je les exécuterai ; (oui), tous les ordres que tu exprimeras, je les accomplirai.

» Ne te range pas du côté du roi de Khatti et du roi de Shankhar (3). Tous les présents que tu me feras parvenir, je te les rendrai au double. »

Le dernier trait révèle à l'évidence la vraie nature des présents offerts et sollicités avec tant d'empressement.

« Ton messager viendra *avec (ton) nom*, et mon messager viendra *avec (mon) nom* (4). »

Il est à croire que les messagers, porteurs des lettres, avaient aussi pour mission de régler les conditions des échanges proposés d'une manière si vague. Il se peut néanmoins que les rois n'y regardassent point de si près, et qu'ils sentissent leur honneur suffisamment engagé dans ces transactions pour n'y point forfaire.

(1) Le texte, tel qu'il a été édité, offre les mots : *dans mon palais ma femme enfant a été.* Y a-t-il omission, avant *ma femme*, d'un idéogramme signifiant *à ?*

(2) Verso, 6-10.

(3) *Shankhar* pourrait répondre à l'hébreu *Shinéar*, qui désigne la Babylonie. Dans l'hébreu, *ar* est articulé par la gutturale *aïn* qui a pour correspondant assyrien *kh*, au moins dans *Khaziti*, Gaza. Il y a certainement plus de distance entre *Shinéar* et l'assyrien *Shumir* avec lequel on l'identifie assez généralement, qu'entre *Shinéar* et *Shankhar*. *Shankhar* n'a pas été rencontré jusqu'à présent dans les documents indigènes pour désigner la Babylonie. Mais ce n'est pas le premier exemple d'un pays qui serait désigné à l'étranger par un nom différent de celui qu'il se donne lui-même.

(4) Verso. 11-26. — *Avec nom*, en assyrien *shumish*, adverbe qui se tirerait suivant la règle générale de *shumu*, nom. Le roi d'Alasiya veut-il dire que les messagers doivent être munis d'une pièce au sceau de leur maître ?

Si les rois d'Égypte entretenaient ces relations commerciales, c'est sans doute qu'ils y trouvaient un profit direct. Elles n'étaient pas moins avantageuses pour les princes asiatiques ; les instances pressantes de Tusratta, du roi d'Alasiya et, comme on va le voir, du roi de Babylone, le prouvent suffisamment. Ces derniers se sentent les obligés du grand monarque. Au point de vue politique, de pareilles relations devaient être d'un grand secours aux Pharaons. L'Égypte, riche de son propre fond, enrichie encore par les tributs et les dépouilles de tant de peuples, amie du bien-être et du luxe, constituait le principal débouché des industries voisines et des produits spéciaux du territoire syrien. Elle se faisait des alliés, elle fomentait les jalousies et les discordes par la concession ou le refus habilement ménagé de ses faveurs commerciales. Déjà, dans une de nos pièces, on aura remarqué le propos envieux du roi d'Alasiya à l'endroit de ses voisins de Khatti et de Shankhar. Ces choses sont omises dans les annales fastueuses des rois d'Égypte, mais elles se lisent sur les tablettes de Tell el-Amarna, et ce n'en sera pas le côté le moins instructif.

Ainsi, les princes asiatiques et le roi d'Égypte lui-même se révèlent marchands. Ils représentent le commerce de leur peuple, comme nous le démontre la lettre du roi d'Alasiya. Ils trafiquaient aussi pour leur compte personnel. La lettre de Burraburiyas, roi de Babylone, accuse les mêmes préoccupations mercantiles ; mais ce prince, plus puissant que les précédents, se trouve dans une position moins franche vis-à-vis du roi d'Égypte. En lui demandant l'or que l'Égypte tirait en abondance des régions méridionales où les flottes de Salomon et d'Hiram iront le chercher quelques siècles plus tard, il sent le besoin de dissiper des soupçons qui pèsent sur lui. C'est là, si nous l'avons comprise au moins en gros, le côté caractéristique de sa lettre.

4. *Lettre de Burraburiyas, roi de Babylonie, à Aménophis IV.*

On retrouve au commencement la formule déjà connue : « A Nipkhurririya roi de Mitsri, pour information, en ces termes : Burraburiyas, roi du pays de Karaduniyas (Babylonie), ton frère. A moi salut (1). A toi, à ta maison, à tes femmes, à tes enfants, à ton pays, à tes grands officiers, à tes chevaux, à tes chars, salut abondamment (2). »

La bonne entente, qui ne semble pas encore parfaite, n'avait pas toujours existé entre les deux cours; elle semble avoir été le résultat d'une réconciliation.

« Depuis que mon père et ton père se sont voulu du bien, ils se sont adressé mutuellement des présents *de concorde* et *se sont envoyé* (3) mutuellement des messagers pour *la concorde*. Maintenant, il est considérable tout l'or que ton père a envoyé, et..... en surplus de ce que ton père a envoyé, tu m'as fait parvenir ces deux mines d'or (4). »

Le présent est fort petit et ne témoigne pas d'une grande amitié.

Burraburiyas ajoute, semble-t-il, qu'il emploie l'or d'Aménophis IV, et celui qu'il avait reçu en grande quantité d'Aménophis III, à orner ses temples et son palais; il insiste pour en obtenir davantage : « Envoie-moi beaucoup d'or, et toi, tout ce qui est à ta commodité dans mon pays, mande-le, pour que je te le fournisse (5). »

(1) La particule précative *lû* ne se lit pas dans cette phrase comme dans la suivante. Les deux réunies reviennent peut-être à ceci : Je vais bien; puisses-tu aller de même.

(2) Recto, 1-6.

(3) Le texte édité offre les syllabes *ul ik bu u* qui ne donnent pas de sens ici. Je traduis d'après le contexte et l'analogie des pièces précédentes.

(4) Recto, 7-11.

(5) Recto, 11-18.

Je ne comprends guère mieux la seconde partie de la lettre. Burraburiyas semble rappeler que son père Kurigalzu, invité à s'associer à une révolte de vassaux du roi d'Égypte, s'y refusa absolument, qu'il écrivit ou fit dire à chacun des conjurés : « Si tu te révoltes contre le roi de Mitsri, je ne prendrai part à rien de tout ce que tu feras (1). Je ne vous *secourrai* point (2). »

Il se trouve lui-même dans une situation analogue, et sent la nécessité de dissiper les soupçons d'Aménophis IV. Il reprend aussitôt : « La conduite de mon père a été comme la mienne. Dans l'intérêt de ton père, il ne les écouta point. Maintenant, ce n'est pas moi qui ai envoyé les Assyriens qui ne me sont pas soumis (3). C'est de leur propre mouvement (4) qu'ils marchent contre ton pays. Comme tu es en bons termes avec moi (5), ils ne m'ont fait aucune communication (6). Inflige à ces gens leur châtiment (7). »

Par le pays ou la terre d'Aménophis, nous n'entendons point l'Égypte. Une expédition assyrienne dirigée sur l'Égypte manque de vraisemblance à cette époque. On songe plutôt à une incursion dans les provinces syriennes les plus rapprochées de Ninive. Les Ninivites se montrent dès lors doués de plus de vigueur que les Babyloniens.

Burnaburiyas inscrit enfin les présents qu'il fait à Aménophis :

« Comme dons, je te fais parvenir trois mines de pierre

(1) Littéralement : je n'irai à rien, à rien de tout ce que tu feras.

(2) Recto, 11. — Verso, 4. — Je ne vous *secourrai* point. Dans un autre contexte on pourrait traduire : je ne vous *pillerai* point. Ce sens paraît impossible ici. Il arrive souvent qu'une racine sémitique a des sens différents.

(3) Le texte, tel que M. Budge l'a publié, signifierait : J'ai soumis *(u-da-gi-il)* les Assyriens. Je crois qu'il faut lire l'expression bien connue : *la da-gi-il*, non soumis. Sans cela, il y a contradiction dans la lettre.

(4) Je lis *dhi-mi*, consilium, et non *shul-mi*, présents.

(5) Litt. comme *tu m'aimes*.

(6) Litt. Ils ne m'ont point fait *audition (shimati)*.

(7) Verso, 5-11.

de cristal de montagne, dix attelages de chevaux, cinq chars de bois (1). »

Les présents paraissent peu de chose en comparaison de ceux de Tusratta, beau-père et allié plus intime du roi d'Égypte. S'il ressort, comme on l'affirme, des lettres de Burraburiyas déposées à Berlin, que ce prince épousa une princesse égyptienne, le mariage doit être postérieur au document que nous venons de parcourir. Rien dans la lettre n'accuse cette alliance.

Mieux encore que les lettres de Tusratta et du roi d'Alasiya, celle de Burraburiyas atteste l'étendue de la puissance égyptienne dans l'Asie occidentale, où l'or des Pharaons joue un rôle non moins efficace que leurs armées. Si les Pharaons n'ont jamais soumis Ninive et Babylone, ils les ont menacées de très près.

A. Delattre, S. J.

(1) Verso, 12-14. — Les derniers mots se traduiraient littéralement : dix attelages de chevaux de cinq chars de *bois* (au pluriel). Il se peut que l'idéogramme employé et qui signifie d'ordinaire *bois*, doive se lire autrement dans ce passage.

ÉTOILES FILANTES ET MÉTÉORITES

Fin (1).

II

L'origine cométaire des étoiles filantes est aujourd'hui universellement acceptée ; mais l'origine des météorites est encore un sujet de discussion. Sont-elles aussi des étrangères qui, enlevées par l'attraction du Soleil à la région des étoiles, y retournent ensuite ou restent emprisonnées dans notre système par quelque planète dont le voisinage fortuit a déformé leur longue trajectoire ? ou bien, sont-elles originaires de ce système, nées à côté ou même dans l'intérieur de nos planètes, pour circuler depuis lors autour du Soleil jusqu'au moment où elles échouent sur la Terre ? C'est ainsi que se pose aujourd'hui la question d'origine qui fera l'objet de cet article.

C'est bien une question astronomique, et pourtant, jusqu'à ces toutes dernières années, les astronomes n'en avaient guère essayé la solution. M. Houzeau dans son *Vade-mecum*, vaste répertoire bibliographique de la science des astres publié en 1882, commençait ainsi le paragraphe

(1) Voir la livraison précédente, pp. 419 seq.

consacré aux *aérolithes :* « Nous passerons rapidement sur les aérolithes, dont l'étude physique et minéralogique ne rentre pas dans la spécialité de l'astronome. C'est dans les collections de nos musées qu'on étudie aujourd'hui la nature de ces corps mystérieux. » Et, de fait, en dehors de quelques observations de hauteur et de vitesse dans l'atmosphère, et de quelques descriptions de chutes consignées dans des catalogues, les astronomes n'avaient rien fait jusqu'à cette date pour éclairer l'histoire de ces astres minuscules.

Les géologues, les minéralogistes, au contraire, s'en étaient activement occupés. D'ingénieuses expériences avaient expliqué et reproduit plusieurs singularités de leur constitution physique, l'analyse chimique et l'analyse spectrale avaient isolé et mesuré leurs éléments, on les avait taillés en plaques minces pour les étudier au microscope avec la lumière naturelle et la lumière polarisée, on en avait établi des classifications rationnelles, on les avait comparés aux roches analogues de l'écorce terrestre, et l'on commençait à les comparer aux dépôts relevés par la sonde des plus grandes profondeurs de l'Océan.

Quelques-unes de ces recherches ont une véritable importance pour la question d'origine ; mais, il faut en convenir, elles sont insuffisantes pour la résoudre. Heureusement, des études d'un autre genre que nous allons exposer ont tout récemment, comme nous le disions dans l'introduction, planté les premiers jalons de la théorie astronomique des météorites, et elles fournissent déjà, croyons-nous, des résultats extrêmement significatifs et tout à fait inattendus.

Commençons par rappeler les phénomènes qui accompagnent toujours les chutes de météorites et qui suffisent à prouver la provenance cosmique de ces corps.

D'abord apparaît un bolide, globe de feu visible en plein jour, ou qui, la nuit, peut être aperçu à de très grandes

distances. Ainsi « le bolide qui, le 14 mai 1864, vers huit heures du soir, accompagna une chute de météorites à Orgueil, dans le département de Tarn-et-Garonne, fut signalé à Gisors, c'est-à-dire à plus de 500 kilomètres de distance. D'après des observations qui ont pu être faites dans cette circonstance, en beaucoup de points et avec précision, à cause de la sérénité du ciel et de l'heure peu avancée de la nuit, le globe lumineux a été suivi, marchant de l'ouest vers l'est, à partir de Santander et d'autres localités des côtes d'Espagne jusqu'au point de la chute finale (1) ». — Ensuite le bolide, qui laisse souvent derrière lui une traînée de vapeurs, éclate avec un bruit comparable à celui du canon ou du tonnerre et qui parfois même secoue les maisons et fait croire à un tremblement de terre. « Rarement la détonation est unique ; il y en a deux, bien plus souvent trois... Celles d'Orgueil ont retenti sur plus de 360 kilomètres (2). » Enfin, dans le voisinage de la chute, on entend un sifflement semblable à celui des balles ou des boulets, et l'on voit une ou plusieurs météorites pénétrer dans le sol ou rebondir à sa surface. Sur ces diverses phases, les relations se ressemblent presque toutes.

Voici, par exemple, la description de la chute qui eut lieu à Tysnæs (Norvège) le 20 mai 1886 ; je la traduis d'une conférence faite à l'université de Christiania par le Dr Hans Reusch. « Entre huit et neuf heures du soir, dans une région fort étendue, les habitants furent effrayés par une forte détonation que la plupart prirent pour un coup de tonnerre, et la pierre tomba immédiatement après cette détonation. J'ai moi-même interrogé deux personnes témoins de la chute. La première, une femme qui travaillait dans un champ de pommes de terre, a entendu un grand bruit, et levant la tête elle vit une masse noire de nuages dans laquelle elle crut entendre cinq ou six cra-

(1) Daubrée. *Les régions invisibles du globe et des espaces célestes*, p. 154.
(2) *Ibid.*, p. 156.

quements ; puis la pierre tomba à une petite distance en bourdonnant et en grondant. En touchant le sol elle souleva la poussière. La femme s'approcha et vit un trou, mais rien de plus, parce que la météorite avait rebondi à quelques mètres de là. L'autre témoin oculaire, un homme qui se trouvait un peu plus loin, retournait chez lui après le travail. Il entendit la détonation, et bientôt après vit la pierre qui tombait, « comme un oiseau atteint d'un coup de fusil ». Ces deux témoins n'ont vu aucun phénomène lumineux ; mais ceux qui observèrent à une distance de plusieurs milles (le mille norvégien vaut à peu près 11 kilomètres), à Bergen et à Vossevangen par exemple, virent un bolide traverser fort rapidement le ciel et éclater dans la direction de Tysnæs. En comparant leurs témoignages sur sa direction, on trouve qu'il doit avoir marché presque verticalement vers la Terre. Si sa lumière n'a pas été vue par les témoins de sa chute, c'est sans doute parce qu'il était juste au-dessus de leurs têtes, et qu'on ne remarque guère ce qui se passe dans cette direction. Leur attention ne fut attirée que par la détonation, c'est-à-dire assez longtemps après l'explosion même du bolide, lorsque tout phénomène lumineux avait cessé, quelque temps avant la chute de la pierre. L'homme me montra l'endroit où il entendit la détonation, ajoutant qu'au moment de la chute il était presque arrivé chez lui ; en mesurant la distance, il trouva qu'il lui fallait environ une minute dix secondes pour la franchir. Cet intervalle entre la détonation et la chute montre que l'explosion a dû se produire à une très grande hauteur. En tenant compte de la vitesse probable de la chute et de celle du son, cette hauteur doit être de vingt à trente kilomètres ; mais il n'est pas possible de la mesurer avec certitude (1). » Cette météorite, qui appartient à la classe des *asidères*, fut trouvée le lendemain matin dans l'herbe, et elle est maintenant à l'université de

(1) Dr. Hans Reusch. *On meteorites*, American Naturalist, feb. 1888, p. 98.

Christiania; c'est, dit M. Reusch, une grosse pierre noire, *a big black stone;* plusieurs fragments plus petits furent trouvés dans le voisinage.

Certaines chutes ont fourni, non une ou quelques pierres, mais des centaines et des milliers. On en trouva près de mille à Kryahinya, en Hongrie, après la chute du 9 juin 1869 ; à Laigle, dans l'Orne, on en trouva près de trois mille, dont aucune n'excédait 9 kilogrammes ; à Pultusk, en Pologne, le 30 janvier 1868, ce fut une véritable grêle de pierres, dont une seule atteignit ce poids, bien que le poids total fût d'environ 600 kilogrammes. Ces essaims, en tombant, s'étalent sur un ovale très allongé dans le sens du mouvement ; les plus grosses pierres se relèvent à l'avant, les plus petites à l'arrière. A Orgueil, l'ovale avait 20 kilomètres de long sur 4 de large.

Certaines météorites ne pèsent que quelques grammes ; on en a trouvé sur la neige dont le poids descendait à quelques décigrammes et même à 6 centigrammes. A l'autre extrémité, « signalons le fer météorique de Charcas, au Mexique, du poids de 780 kilogrammes. Les blocs de fer trouvés au Brésil, à Sainte-Catherine, en 1875, en atteignaient 25 000 ; c'est le chiffre maximum connu (1). »

Ce maximum devrait être aujourd'hui regardé comme insignifiant en présence des chiffres que les journaux nous ont apportés l'année dernière et qui, bien qu'authentiques, nous semblent assez discutables. Nous voulons parler du colossal uranolithe qui a touché terre en Cochinchine, le 25 octobre 1887, et sur lequel M. Delauney, capitaine d'artillerie de marine, a publié dans le *Journal officiel de la Cochinchine française* un rapport reproduit par le *Cosmos* du 21 janvier 1888. On lui attribue un volume de 579 mètres cubes et un poids probable de 2895 tonnes.

Mais peut-on se fier à ce volume et à ce poids calculés uniquement d'après une empreinte ? Pour interpréter cette

(1) Daubrée. *Op. cit.*, p. 157.

empreinte, on a supposé l'identité de l'aérolithe, bien que l'heure de la chute ne soit pas indiquée, avec un bolide vu le même jour vers huit heures du soir. Peut-on se fier à cette identification, d'où l'on conclut ensuite une vitesse de 2000 mètres au moment du choc et une portée réelle de 700 kilomètres pour le ricochet ? Il est d'autant plus permis d'en douter qu'il a paru, dans la livraison de mars de l'*Astronomie*, une autre édition de la lettre du capitaine Delauney, où les passages relatifs à ces points diffèrent assez notablement.

Heureusement, le volume et le poids que peuvent atteindre les météorites et même la vitesse qui leur reste à la fin de leur chute n'ont guère d'importance pour la question d'origine telle qu'elle est aujourd'hui posée. Au contraire, leur vitesse dans les régions supérieures de l'atmosphère est un élément de la plus haute valeur ; nous avons dit plus haut comment la connaissance de ce seul élément, dans le cas des étoiles filantes, a fourni à M. Schiaparelli toute sa belle théorie. On a réussi à la déterminer pour plusieurs météorites qui avaient été observées en même temps dans des stations suffisamment éloignées. D'après M. Daubrée, elle va de 30 à 60 kilomètres (1) ; d'après M. Lockyer, la plus grande vitesse observée (météorites de Stannern) a été de 45 milles anglais, soit environ 72 kilomètres, par seconde (2). N'oublions pas qu'il s'agit ici de vitesses relatives à la Terre, dans lesquelles notre vitesse propre de trente kilomètres, prise en sens contraire, entre comme composante ; mais ces chiffres montrent suffisamment que les vitesses des météorites relativement au Soleil sont du même ordre que celles des planètes et même des comètes.

Ces vitesses expliquent les phénomènes lumineux, calorifiques et explosifs qui accompagnent les chutes. Les météorites, avant d'entrer dans notre atmosphère, sont à

(1) Daubrée. *Op. cit.*, p. 155.
(2) J. Norman Lockyer. *Notes on meteorites.* NATURE, Aug. 30, 1888, p. 425.

la température de l'espace, qui est fort inférieure au zéro du thermomètre. Mais l'air qu'elles refoulent devant elles avec une vitesse cent fois, deux cents fois supérieure à celle du son se condense bien vite à leur contact et acquiert une pression énorme. Cette condensation le rend incandescent, et il communique sa chaleur à leur surface qu'il rend lumineuse et recouvre comme d'un émail. Enfin sa pression, augmentant toujours, devient comparable à celle des corps détonants et fait éclater les météorites. Bientôt cependant sa résistance a tellement diminué leur vitesse que l'incandescence disparaît avant la chute finale. Si on les relève aussitôt après, elles sont trop chaudes pour qu'on puisse les manier ; mais la chaleur n'a pas eu le temps de les pénétrer et, si on les casse, leur intérieur est tellement froid que la main n'en peut supporter le contact.

Cherchons maintenant en dehors de notre atmosphère les routes suivies par les météorites. Trois belles études nous serviront de guides dans cette exploration. La première, due à Lagrange, est une note de huit à neuf pages intitulée : *Sur l'origine des comètes,* que l'on trouve aujourd'hui au tome VII de ses *Œuvres* (pp. 381-389). La seconde est le mémoire de M. Newton mentionné dans notre introduction. La troisième fait partie de la conférence du Dr Reusch dont nous venons de traduire un passage.

Bien que la première date de 1812, l'idée de l'appliquer à la théorie des météorites est toute récente. Lagrange n'y songeait guère (1) ; car il n'a en vue que des orbites dont le Soleil occupe le foyer, tandis qu'il suppose, comme on peut le voir dès la seconde page de sa note, que les aérolithes « roulent autour de la Terre ». C'est M. Faye qui, en rappelant à l'Académie des sciences cette note

(1) M. Faye semble croire le contraire. *Comptes rendus*, t. CVI, 18 juin 1888, p. 1708.

oubliée, a montré qu'elle pouvait éclairer la question qui nous occupe. Elle l'éclaire si bien, comme nous le verrons plus loin, que, rapproché d'elle, le beau travail de M. Newton nous paraît appuyer fortement la théorie d'origine que M. Newton a toujours combattue.

Dès la première ligne, Lagrange rappelle « l'ingénieuse hypothèse imaginée par M. Olbers, pour expliquer les phénomènes de la petitesse des quatre nouvelles planètes, et de l'égalité ou presque égalité de leurs distances au Soleil. Elle consiste à supposer que ces planètes ne sont que des fragments d'une plus grosse planète... qu'une cause extraordinaire a fait éclater en différents morceaux. » Et dans son paragraphe final il nous dit : « M. Laplace a proposé, dans l'*Exposition du Système du Monde*, une hypothèse ingénieuse sur la formation des planètes par l'atmosphère du Soleil ; mais elle ne s'applique qu'à des orbites circulaires ou presque circulaires, et à des mouvements dirigés dans le même sens. Si l'on y joint l'hypothèse de l'explosion des planètes,... on aura une hypothèse complète sur l'origine de tout le système planétaire. »

Son but est donc de compléter l'hypothèse cosmogonique de Laplace en assignant une origine admissible pour les comètes, d'où le titre même de la note ; et, pour y arriver, adoptant une hypothèse analogue à celle d'Olbers, il « recherche quelle serait la force d'explosion nécessaire pour briser une planète de manière qu'un de ses morceaux pût devenir comète », c'est-à-dire, en réalité, parcourir d'un mouvement direct ou rétrograde une ellipse très allongée ou une parabole. Parmi les applications qu'il fait ensuite de ces formules, il examine le cas de la Terre détachant de sa masse par une explosion « un morceau égal à sa millième partie », et le « lançant avec une vitesse capable d'en faire une comète parabolique ». Il suppose d'ailleurs que les autres planètes pourraient également engendrer des comètes par le même procédé.

Ainsi entendue, cette hypothèse ne peut plus être admise aujourd'hui, et M. Faye lui-même nous en donne une excellente raison. Toute comète ainsi formée devrait à chacune de ses révolutions autour du Soleil repasser par l'endroit même où elle se serait détachée de sa planète, et par conséquent les deux orbites devraient se couper en cet endroit. L'hypothèse de Lagrange exigerait donc que toute orbite de comète rencontrât une orbite de planète. De là un criterium pour la juger. Il est vrai que des perturbations subséquentes causées par les planètes pourraient être invoquées dans certains cas où toute rencontre d'orbite planétaire ferait défaut ; mais il est des comètes sur lesquelles ces perturbations n'ont que fort peu d'influence : ce sont celles dont l'inclinaison est très forte. Or M. Faye nous donne une liste de seize comètes fortement inclinées sur l'écliptique, pour lesquelles ses calculs lui ont montré qu'elles « ne se rapprochent nettement d'aucune orbite planétaire » ; et il en conclut que « l'idée de Lagrange ne serait pas confirmée par les faits en ce qui regarde les comètes ». Lagrange, il est vrai, pourrait répondre que ces seize comètes proviennent de planètes qui n'existent plus, parce que, chose prévue par lui dans son hypothèse, l'explosion les aurait entièrement converties en comètes. Mais, sans même nous donner la peine de rechercher s'il y a du moins des rencontres mutuelles entre ces seize orbites, ce que nous savons aujourd'hui de la densité et de l'état physique des comètes nous suffit amplement pour rejeter de pareilles transformations.

Il en va tout autrement des météorites, que leurs grandes vitesses relatives font aussi circuler autour du Soleil. Leur chute montre suffisamment que leurs orbites rencontrent au moins celle d'une planète, la Terre ; et, quant à leur constitution, on sait que M. Daubrée et d'autres géologues leur trouvent une grande ressemblance avec certaines roches profondes de cette planète. Voyons donc dans quelles conditions les formules de Lagrange autori-

sent à supposer que ces petits corps ont été lancés sur leurs orbites par une explosion qui les aurait autrefois détachés d'une planète.

Avant l'explosion, ils parcouraient à très peu près un cercle situé dans le plan de l'écliptique et dont le Soleil occupait le centre. Les formules nous donnent, en grandeur et en direction, la vitesse que l'explosion doit composer avec leur vitesse circulaire pour incliner d'un angle quelconque le plan de leur orbite et donner à cette orbite telle figure que l'on voudra, elliptique ou parabolique.

On y voit immédiatement que tous les angles d'inclinaison sont possibles, depuis les angles aigus qui correspondent au mouvement *direct* jusqu'aux angles obtus qui représentent le mouvement *rétrograde*, et que toutes les figures elliptiques ou paraboliques sont possibles, notamment celles qui peuvent seules convenir à des météorites tombant sur la Terre, et dont la distance perihélie peut varier depuis zéro jusqu'au rayon de l'orbite terrestre.

Mais, pour être incontestablement possibles, toutes ces inclinaisons et toutes ces distances périhélies ne sont pas également probables. La réalisation de chacune d'elles exige que l'explosion ait telle direction et telle intensité ; or, si toutes les directions sont *à priori* également probables, il est évident qu'entre deux intensités, sur une même planète, la plus forte doit être considérée comme moins probable que la plus faible. Les inclinaisons et les distances périhélies qui exigent les plus fortes explosions sont donc les moins probables. En appliquant ce principe, nous allons voir les formules de Lagrange ou, plus exactement, celle qui donne l'intensité en fonction de l'inclinaison et de la distance périhélie, nous indiquer la distribution probable de ces deux éléments entre les orbites des météorites, si ces orbites sont réellement produites par des explosions ; et cette distribution qui, on le verra plus loin, a aujourd'hui une très grande importance, nous y arriverons, non en discutant algébriquement ladite for-

mule (1), ce qui ne conviendrait pas à tous nos lecteurs, mais en donnant ici quelques-uns des chiffres qu'elle nous a fournis.

Pour la Terre, nous avons calculé les 28 cas suivants :

		INCLINAISON.						
		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
DISTANCE PÉRIHÉLIE	1,00	12,43	22,26	37,78	51,96	63,03	70,03	72,43
	0,75	22,26	28,12	39,97	51,96	61,66	67,89	70,03
	0,50	30,00	33,78	42,43	51,96	60,00	65,26	67,08
	0,25	37,78	39,97	45,43	51,96	57,76	61,66	63,03

Le sens de ce tableau est facile à comprendre. La première des quatre séries horizontales de chiffres se rapporte à une orbite parabolique dont la distance périhélie est égale à 1, c'est-à-dire à la distance de la Terre au Soleil; les nombres qui lui correspondent dans les sept colonnes verticales expriment, en kilomètres par seconde, la vitesse que l'explosion doit communiquer à la météorite pour lui faire parcourir cette parabole dans un plan incliné sur l'écliptique de 0°, de 30°, de 60°. etc. Ainsi une météorite, pour parcourir cette courbe d'un mouve-

(1) Transcrivons-la en note pour les lecteurs qui aimeraient à retrouver nos résultats dans une discussion algébrique:

$$m = \sqrt{3 - 2\sqrt{\frac{b}{r}} \cdot \cos i - \frac{r}{a}},$$

où m est le rapport de la vitesse due à l'explosion à la vitesse primitive du corps sur l'orbite circulaire, r le rayon de cette orbite, a le demi-grand axe de la nouvelle orbite, lequel est infini dans le cas de la parabole, b le demi-paramètre de cette même orbite et i l'inclinaison de son plan sur celui de l'ancienne.

ment direct dans le plan même de l'écliptique, doit ajouter à sa vitesse primitive de 30 kilomètres par seconde une vitesse de $12^k,43$ reçue de l'explosion ; pour parcourir une parabole égale mais inclinée de 30° sur l'écliptique, elle devrait composer avec sa vitesse primitive une vitesse de $22^k,26$ dans une direction que le tableau ne donne pas, mais que les autres formules de Lagrange permettraient de calculer. Pour suivre cette première parabole dans sa première position mais *en sens rétrograde,* c'est-à-dire, suivant le langage reçu en astronomie, dans un plan incliné de 180°, elle devrait recevoir de l'explosion une vitesse de $72^k,43$. La seconde ligne horizontale caractérise de même les explosions nécessaires pour lancer la météorite sur une parabole dont la distance périhélie serait les trois quarts de la précédente et dont le plan recevrait successivement les sept mêmes inclinaisons. La troisième et la quatrième donnent les mêmes renseignements pour deux autres orbites paraboliques dont les périhélies sont encore plus rapprochés du Soleil, n'étant plus qu'à la moitié et au quart de la première distance. On sait, du reste, que celle-ci est la plus grande que puisse avoir l'orbite d'une météorite qui rencontre la Terre.

Sans nous arrêter aux considérations intéressantes que ce tableau suggère par la manière dont ses nombres varient sur les lignes horizontales et dans les colonnes verticales, voyons tout de suite ce qu'il nous apprend sur la distribution probable dont nous parlions tout à l'heure. On voit d'abord immédiatement que le mouvement rétrograde est beaucoup plus difficile à produire que le mouvement direct ; car les trois dernières colonnes, qui correspondent au premier, exigent des explosions beaucoup plus fortes que les trois premières, qui correspondent au second. De plus, les explosions les plus faibles, et par conséquent les plus probables, sont toutes dans l'angle supérieur de gauche. Remarquons la troisième de la pre-

mière colonne, 30",00. Elle représente une explosion qui donnerait au mobile une vitesse initiale égale à celle de la Terre sur son orbite. Il suffit d'admettre qu'elle est la limite des explosions ordinaires, ou, en d'autres termes, que des explosions plus puissantes n'ont pu se produire qu'exceptionnellement, pour conclure du tableau la distribution suivante :

Si nos météorites sont des fragments détachés autrefois de la Terre par des explosions, leurs distances périhélies doivent être presque toutes comprises entre 1 *et* 0,5, *leurs mouvements doivent être directs, et les inclinaisons de leurs orbites ne doivent qu'exceptionnellement dépasser de beaucoup l'angle de* 30°.

Signalons pourtant, avant d'aller plus loin, une véritable imperfection des formules de Lagrange. Celles que nous venons d'appliquer à la Terre négligent non seulement sa rotation diurne et l'excentricité de son orbite, ce qui en pareille matière est parfaitement rationnel, mais encore la résistance de l'air et l'attraction de la masse terrestre. Or, nous l'avons vu plus haut, la résistance de l'air est une force considérable sur des mobiles animés de pareilles vitesses ; et, quant à l'attraction de la Terre, si elle devient bientôt négligeable auprès de celle du Soleil, elle est tout à fait prédominante au début. Aussi Lagrange lui-même, après avoir calculé par ses formules la vitesse que l'explosion devrait communiquer à une comète partie de la Terre, ajoute : « Il faudrait ajouter à cette vitesse celle qui sera nécessaire pour vaincre l'action de la gravité ou l'attraction de la Terre, laquelle doit diminuer l'effet de l'explosion et changer un peu les éléments de l'orbite. Il serait difficile de déterminer ces altérations ; mais il est évident que cette vitesse additionnelle ne peut pas être plus grande que celle qu'il faudrait donner à un projectile pour qu'il pût aller à l'infini, abstraction faite de la résistance de l'air ». Et, calculant sans peine cette vitesse additionnelle qui lui paraît évidemment plus que

suffisante, il trouve une valeur à peu près égale à $10^k,3$ par seconde. Mais, si pareille addition empêche l'attraction terrestre de « diminuer l'effet de l'explosion », on ne voit pas dans quelle mesure elle l'empêche de « changer un peu les éléments de l'orbite ». Il conviendrait de « déterminer ces altérations ».

C'est probablement la difficulté du problème et le peu d'intérêt qu'il offrait en 1812 qui ont détourné Lagrange d'en aborder la solution, tandis que, dans la même note, il a poussé l'exactitude jusqu'à donner une seconde série de formules où l'ellipticité de l'orbite n'est plus négligée. Puisse le désir de perfectionner la théorie des météorites engager un géomètre à reprendre aujourd'hui l'étude des explosions en accordant à la résistance de l'air et à l'attraction terrestre toute l'attention qu'elles méritent!

Quant aux autres planètes, intérieures ou extérieures à l'orbite de la Terre, nous n'aurons pas besoin de leur appliquer les formules de Lagrange : des formules purement géométriques, absolument rigoureuses, vont nous conduire à un second tableau qui, rapproché des faits récemment découverts par M. Newton, nous permettra bientôt de conclure que, très probablement, elles ne nous ont jamais envoyé de météorites.

Nous n'avons cependant aucune raison de supposer qu'elles n'ont jamais vu d'explosions capables de lancer des débris sur des orbites cométaires. Ce genre de phénomènes est, au contraire, plus probable sur les planètes extérieures que sur la Terre, parce que la vitesse planétaire, qui diminue lorsqu'on s'éloigne du Soleil, s'y altère plus facilement par des explosions. Ainsi, par exemple, notre troisième parabole qui, pour se produire avec une inclinaison de 30°, exige de la Terre une impulsion de $33^k,78$ n'exigerait que $19^k,69$ de Jupiter, $11^k,05$ d'Uranus et $8^k,97$ de Neptune. Seulement, produite ainsi par ces planètes, elle nous resterait éternellement inconnue. En

effet, pour que cette orbite parabolique, ou une orbite elliptique quelconque ayant la même distance périhélie, puisse être observée de la Terre bien que produite par une autre planète, il faut que, tout en conservant son foyer au centre du Soleil, elle coupe à la fois notre orbite et celle de la planète. Or ces conditions, purement géométriques, empêchent que son inclinaison sur l'écliptique dépasse une certaine limite, facile à calculer et généralement fort restreinte, égale à 2° 34′ pour Jupiter, à 0° 49′ pour Uranus et à 1° 51′ pour Neptune. L'inclinaison de 30° la soustrait donc à nos observations.

Il en doit être de même pour la très grande majorité des éclats que des explosions peuvent avoir détachés des planètes, comme on le verra sans peine à l'inspection du tableau suivant :

		LIMITE SUPÉRIEURE DE L'INCLINAISON						
		Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
DISTANCE PÉRIHÉLIE	1,00	—	—	1°57′	1°40′	4° 4′	1°44′	4°59′
	0,75	—	(3°43′)	3.36	1.21	2.30	0.47	1.49
	0,50	(7°11′)	8.54	5.23	2.34	2.47	0.49	1.51
	0,25	9.36	9. 5	8.47	2.18	3.47	1. 3	2.21
	0,10	17.17	30. 4	14.59	3.40	5.53	1.37	3.33

Les cinq séries horizontales correspondent à autant de paraboles, dont les figures sont déterminées par les distances périhélies inscrites dans la première colonne. Pour qu'une de ces paraboles puisse couper à la fois l'orbite de la Terre et celle de la planète inscrite en tête de l'une quelconque des colonnes suivantes, il faut que l'inclinaison de son plan sur l'écliptique reste inférieure à l'angle,

généralement très petit, qui lui correspond dans cette colonne (1). Aucune planète ne pouvant fournir une distance périhélie plus grande que sa propre distance au Soleil, il y a nécessairement des vides dans les colonnes de Mercure et de Vénus; mais on y a mis, entre parenthèses, les inclinaisons limites des paraboles les plus éloignées que ces deux planètes peuvent produire. La plupart des angles de ce tableau sont limites supérieures d'inclinaison, non seulement pour les paraboles correspondantes, mais encore pour toutes les orbites elliptiques ayant des distances périhélies égales à celles de ces paraboles. Il en est ainsi notamment de tous les angles des trois dernières lignes horizontales, sauf celui qu'on a mis entre parenthèses. Ces limites, du reste, ne peuvent être atteintes que par des explosions qui auraient lieu au moment précis où la planète serait à sa plus grande distance du plan de l'écliptique. Pendant la moitié du temps, elles se réduisent aux deux tiers de leur valeur; pendant le tiers du temps, elles se réduisent à la moitié; et elles sont toutes égales à zéro quand la planète passe par ses nœuds.

Ajoutons que toutes ces inclinaisons peuvent servir aussi bien pour les mouvements rétrogrades que pour les mouvements directs; Jupiter, par exemple, pourrait nous envoyer des météorites sur la première parabole *dans les deux sens* avec une inclinaison inférieure à 1°40′; ce qui, dans le langage adopté précédemment pour les formules

(1) Pour trouver chacun de ces angles, on calcule d'abord, par l'équation polaire de la parabole considérée, l'angle α compris entre deux rayons vecteurs égaux à la distance moyenne de la Terre et à celle de la planète. Le triangle sphérique déterminé sur la sphère céleste par les trois intersections de l'écliptique, du plan de la planète et de celui de la parabole montre alors que le sinus de la limite cherchée est égal au rapport $\frac{\sin i}{\sin \alpha}$, dans lequel i est l'inclinaison de l'orbite de la planète. Dans les cas où ce rapport atteindrait ou dépasserait l'unité, l'angle limite n'existerait pas, et l'orbite pourrait, comme celles des météorites lancées par la Terre, comporter toutes les inclinaisons, de 0° à 180°.

de Lagrange, s'exprimerait en disant que l'inclinaison doit rester comprise entre 0° et 1°40′ ou entre 178°20′ et 180°.

La seule inspection de ce tableau, sans même qu'il faille invoquer les faits d'observation que nous allons bientôt exposer, suffit pour établir une grande différence entre les météorites lancées par la Terre et celles que peuvent lancer les autres planètes. Les premières doivent toutes rencontrer l'orbite terrestre chaque fois qu'elles reviennent vers le Soleil, quelles que soient leurs distances périhélies et leurs inclinaisons, que leurs orbites soient presque circulaires ou qu'elles soient assez allongées pour se confondre avec des paraboles. Pour les autres, au contraire, il faut d'abord en retrancher toutes celles dont les distances périhélies dépassent le rayon de l'orbite terrestre, ensuite toutes celles dont les inclinaisons dépassent la limite indiquée par le tableau, et enfin, dans ce qui reste, toutes celles dont la ligne des nœuds, sur l'orbite météorique, n'est pas dans le voisinage du rayon vecteur égal à l'unité. On conçoit donc que M. Robert Ball, astronome royal d'Irlande, demandant au calcul des probabilités combien telle planète doit lancer de projectiles dans le système solaire pour qu'un d'entre eux arrive à rencontrer la Terre, ait trouvé pour réponse le nombre énorme de 50 000 (1). Mais nous verrons bientôt que, pour exclure l'intervention des planètes dans la production de nos météorites, nous ne devons plus aujourd'hui nous contenter de probabilités.

Peut-on, comme certains pétrographes l'ont proposé, attribuer cette production au Soleil?

Les formules de Lagrange ne s'appliquent pas à cette question; les formules géométriques qui nous ont donné les limites des inclinaisons ne s'y appliquent pas non plus; mais les lois rigoureuses de la mécanique vont nous

(1) *Nature*, March 27, 1879; p. 494.

apprendre sur quelles étranges trajectoires devraient nous arriver les produits des explosions solaires.

Il est d'abord évident que les distances périhélies de ces trajectoires, c'est-à-dire leurs plus courtes distances au centre du Soleil, ne peuvent dépasser le rayon de cet astre. D'autre part, puisqu'elles doivent rencontrer l'orbite terrestre, leurs distances aphélies doivent être au moins égales à l'unité. Elles doivent même être notablement plus grandes; car un projectile solaire qui n'aurait pas la force de dépasser notre orbite n'y apporterait qu'une vitesse inférieure à $2^k,9$ par seconde, vitesse beaucoup trop faible d'après l'observation. Pour que ce projectile puisse, en parcourant une ellipse, couper notre orbite avec une vitesse au moins égale à celle de la Terre, il faut, un calcul rigoureux l'exige, que l'aphélie de son ellipse soit au moins deux fois plus loin; ce qui, du reste, ne le mettrait encore qu'à moitié chemin de l'aphélie cométaire le plus voisin du Soleil, celui de la comète de Encke.

Prenons donc comme étant la plus courte orbite possible une ellipse dont le centre est à l'unité de distance. Il faudra, pour rendre compte des vitesses observées, en admettre de plus longues ; on pourra même admettre des paraboles et des hyperboles ; et chacune de ces courbes comportera toutes les inclinaisons possibles sur l'écliptique, depuis 0° jusqu'à 180°. Mais ce qui nous obligera à les rejeter toutes, c'est la petitesse de leurs distances périhélies, qui entraîne comme conséquence nécessaire une très singulière distribution des météorites.

Considérons, par exemple, deux ellipses qui ont leur centre à l'unité de distance, celles dont les distances périhélies sont égales au rayon du globe solaire et à la moitié de ce rayon, c'est-à-dire à 0,00466 et à 0,00233. Si, au point où chacune rencontre l'orbite terrestre, on mène la tangente à l'ellipse et le rayon vecteur qui va de ce point au Soleil, on trouve que l'angle compris entre ces deux droites est, pour la première ellipse, égal à 5°33′20″

et, pour la seconde, à 3°55′19″. C'est-à-dire qu'un observateur qui, immobile sur notre orbite, verrait des météorites arriver du Soleil sur ces deux trajectoires, croirait les voir venir en ligne droite de deux points du ciel très voisins du Soleil à des distances angulaires de 5°33′20″ et de 3°55′19″. Si, gardant les mêmes périhélies, nous supposons que les centres des ellipses s'éloignent de plus en plus du Soleil, ces deux angles iront continuellement en décroissant. Pour deux paraboles ayant les mêmes périhélies, ils deviennent 3°56′56″ et 2°46′4″. Pour deux hyperboles homofocales des deux premières ellipses, ils sont encore plus petits : le premier est 3°11′6″, le second 2°15′20″. Comme tous ces angles diminueraient avec la distance périhélie, on voit que 5° 33′20″ est nécessairement le plus grand de tous. Par conséquent, si notre observateur immobile traçait autour du Soleil un petit cercle avec un rayon de 5° 34′, toutes les météorites lui paraîtraient venir en droite ligne, pendant le jour, de l'intérieur de ce cercle. Il en pourrait voir aussi pendant la nuit, savoir celles qui, voyageant sur des ellipses, seraient en train de revenir vers le Soleil. Les origines apparentes de celles-ci seraient toutes renfermées dans un petit cercle égal au précédent, mais ayant pour centre le point de la sphère céleste diamétralement opposé au Soleil.

Cette singulière distribution nous fournira tout à l'heure un argument péremptoire ; ajoutons cependant une remarque évidente qui aurait dû inquiéter les partisans de l'origine solaire. Les météorites qui partiraient du Soleil ne peuvent pas, comme les autres, multiplier avec leurs révolutions leurs chances d'être observées. Aucune d'entre elles ne peut accomplir une révolution complète : ou bien elles s'éloignent indéfiniment de la Terre sur des orbites paraboliques et hyperboliques, ou bien, voyageant sur des ellipses allongées, elles ne redescendent vers leur source que pour y être absorbées.

Cette revue du système solaire, entreprise à propos des formules de Lagrange, serait incomplète si nous ne disions rien des nombreux astéroïdes qui circulent entre Mars et Jupiter. Nous comblerons plus loin cette lacune. Il nous tarde d'en venir à la belle découverte de M. Newton, mentionnée déjà plusieurs fois dans l'introduction et dans le corps de cet article (1).

M. Newton a déterminé les éléments paraboliques de 116 météorites, et publié un tableau graphique (fig. 1) donnant la partie la plus importante de ces éléments, tableau qui serait absolument complet si l'on y ajoutait seulement la date de chaque chute. C'est là une œuvre considérable, aussi bien pour les recherches et le travail qu'elle a exigés que pour les conséquences qui peuvent s'en déduire.

Disons d'abord comment M. Newton est parvenu à construire ce tableau ; puis nous discuterons avec lui ce qu'on pourrait appeler son authenticité et sa signification générale ; enfin, le rapprochant des propositions que nous venons d'établir sur les corps du système solaire, nous verrons quelle importante conclusion découle de ce rapprochement.

Avec le concours de plusieurs amis, M. Newton a d'abord rassemblé tous les documents publiés sur les chutes qui sont encore aujourd'hui représentées par des spécimens dans les collections scientifiques. Toutes les météorites dont on ne possède aucun fragment, toutes celles dont la chute n'a pas eu de témoin ont été écartées ; et il lui en est resté 265. C'est, croit-il, à peu près le nombre réel de celles qui vérifient les deux conditions. Pour 116,

(1) Cette introduction a paru en octobre et nous y avons donné des renseignements bibliographiques sur le travail de M. Newton. Nous sommes heureux d'y ajouter aujourd'hui que la revue *Ciel et Terre* a publié (16 novembre et 1er décembre) une sorte de traduction, où l'on n'a supprimé que fort peu de passages, et à laquelle nous pouvons renvoyer le lecteur, tout en le prévenant qu'il éprouvera parfois quelque difficulté à bien saisir le sens de l'auteur.

les documents donnaient le jour et l'heure de la chute et, avec une précision variable de l'une à l'autre, la direction suivie dans l'atmosphère. Pour 94, ils ne donnaient *ex professo* sur cette direction que des renseignements nuls ou sans valeur ; mais ils donnaient du moins le jour et l'heure de la chute, ce qui est déjà quelque chose, car par là les directions qui à cette heure étaient sous l'horizon se trouvent exclues. Enfin, pour le reste, l'heure n'est pas donnée et, par suite, il faut les écarter. L'heure, dans cette question, est plus importante que le jour. Il s'agit, en effet, de trouver la direction suivie dans l'espace au moyen de la route suivie dans l'atmosphère. Or, quand même cette route resterait visiblement tracée, comme l'atmosphère tourne avec la Terre, il sera, en général, impossible de trouver même approximativement la direction cherchée, si l'on ne connaît l'heure où la météorite a pénétré dans l'air.

Parmi les 116 météorites que le classement des documents range dans la première classe, la discussion des mêmes documents établit encore de grandes différences. Ils inspirent plus ou moins de confiance, ils sont plus ou moins précis. Les météorites d'Agram, de Weston, d'Orgueil, de Pultusk, d'Iowa, de Rochester, d'Estherville, de Krähenberg, de Khairpur, de Vendôme sont citées parmi les meilleures. Pour un bon nombre d'autres, la précision manque dans l'indication des hauteurs et des azimuts, et pour y suppléer il a fallu choisir, entre toutes les valeurs possibles, des moyennes assurant aux erreurs les limites les plus étroites. Dans certains cas où les documents abondaient, M. Newton en a conclu des directions notablement différentes de celles qui avaient été acceptées par d'autres savants ; c'est la discussion des témoignages qui l'y a amené et non le désir de prouver une théorie ; et il en donne pour preuve que plusieurs de ces changements, trois sur quatre cités par lui, ont plutôt pour effet d'affaiblir ses conclusions que de les appuyer. Quoi qu'il en soit,

il faudra tenir compte de ces incertitudes, et nous devrons tâcher d'apprécier leur influence sur les résultats que nous rencontrerons.

Supposons maintenant que, pour chacune de nos 116 chutes, nous connaissons le moment où elle a eu lieu et la direction qu'elle a suivie relativement aux objets terrestres, c'est-à-dire que nous connaissons, par son azimut et sa hauteur, le point de la sphère céleste d'où le projectile aurait paru venir en droite ligne vers un observateur placé à l'endroit même de la chute. Ce point, très important dans toute cette théorie, nous l'appellerons le *radiant relatif* de la météorite (1). *Radiant* est le nom donné précédemment, dans le chapitre des étoiles filantes, au point de la sphère dont la direction est celle d'un essaim qui rencontre la Terre ; or le point considéré ici joue exactement le même rôle relativement à la météorite; il peut donc recevoir le même nom. Il est vrai que, pour les étoiles filantes, le nom de *radiant* rappelle étymologiquement que ce point est le centre d'une divergence apparente ; mais nous verrons plus loin que les radiants des météorites jouissent probablement d'une propriété semblable. Quant au mot *relatif* nous allons l'expliquer immédiatement.

Pendant que nous regardons venir une météorite, la

(1) M. Newton l'appelle *relative quit*, forgeant ainsi un substantif qu'il ne trouvait pas dans le dictionnaire de Webster, et il appelle *goal* le point opposé de la sphère céleste. Le *quit* est le point de la sphère que la météorite semble quitter pour venir vers nous ; le *goal* est le point de la sphère vers lequel elle marcherait après nous avoir dépassés ; mais, comme les météorites dont il s'agit ici sont toutes arrêtées par la Terre, on n'a guère l'occasion de parler de leur *goal*. Il est vrai que M. Newton généralise l'emploi de ces deux mots ; pour lui, le *goal* de la Terre est le point du ciel vers lequel elle marche, et le *quit* de la Terre est le point du ciel d'où elle semble venir. Mais ces deux points portent en astronomie les noms déjà consacrés d'*apex* et d'*antiapex*. La revue *Ciel et Terre* a traduit *quit* par *départ* et *goal* par *arrivée*. Il semble pourtant qu'*arrivée* désigne plus naturellement le côté d'où l'on vient que celui où l'on va, et on pourrait critiquer de même l'emploi du mot *départ*. Il nous a semblé préférable de n'introduire ici aucun mot nouveau : *radiant*, *apex* et *antiapex* nous suffisent.

Terre nous emporte sur sa propre orbite avec une vitesse de 30 kilomètres par seconde, et ce mouvement change les apparences de celui que nous observons. Ainsi, en chemin de fer, la même pluie qui nous paraît verticale lorsque le train s'arrête, nous paraît fort inclinée quand il est en marche, et l'inclinaison est d'autant plus forte que la marche est plus rapide. Cette direction inclinée n'est évidemment que subjective ; on dirait en mécanique que c'est une direction relative ou la direction d'un mouvement relatif. Or, bien que nous ne puissions jamais savoir si nous observons un mouvement réellement absolu, nous pourrions ici, par simple opposition, appeler absolue la direction verticale ; et nous savons que, pour passer de l'une à l'autre, il suffit de composer la vitesse attribuée à l'observateur, mais prise en sens contraire, avec la vitesse qu'il observe. De même, pour les météorites, l'observateur que nous supposions tout à l'heure immobile en un point de l'orbite terrestre ne les verrait pas venir du Soleil dans la direction où les verraient les observateurs que la Terre emporte avec elle. La première direction peut s'appeler la direction absolue, la seconde doit s'appeler la direction relative. A chacune naturellement correspond un point spécial de la sphère céleste. Le premier point peut s'appeler le radiant absolu, le second doit s'appeler le radiant relatif. Pour les étoiles filantes, quand on parle simplement de radiant, il s'agit ordinairement du radiant relatif, de celui qu'on observe directement ; mais, quand on veut calculer l'orbite d'un essaim, c'est le radiant absolu qu'il faut employer, et on passe de l'un à l'autre, comme nous l'avons dit, par une simple composition de mouvements.

Ces explications données, revenons à nos 116 météorites, et montrons que les nombres fournis par les documents permettent de trouver le radiant absolu de chacune d'elles.

Imaginons, pour représenter la sphère céleste projetée

stéréographiquement sur un plan, une carte semblable à une mappemonde ordinaire, sur laquelle on n'aurait conservé que le canevas de cercles grands et petits qui indiquent les longitudes et les latitudes terrestres. Si nous y remplaçons les pôles de la Terre par ceux de l'écliptique, les cercles indiqueront les longitudes et les latitudes célestes, et la droite qui représentait l'équateur de la Terre représentera l'écliptique de la sphère étoilée. Mais, sur cette droite, on ne prend pas arbitrairement le zéro des longitudes ; on le choisit de façon que le Soleil, qui avait telle longitude à l'instant de la chute considérée, se trouve tout juste au milieu de la droite, au point de contact des deux cercles limites. Il s'ensuit immédiatement, puisque l'orbite de la Terre peut être regardée dans cette question comme étant circulaire, que l'*apex* et l'*antiapex* occupent exactement les centres de ces deux cercles, G et Q.

On place sur cette carte, par une construction graphique que facilite beaucoup la projection stéréographique, le radiant relatif, dont on connaît l'azimut et la hauteur pour un lieu et une époque donnés, et il ne reste plus qu'à en conclure la position du radiant absolu. Or celui-ci indique la direction de la vitesse absolue, qui, on le sait, est la résultante de la vitesse relative composée avec la vitesse de la Terre. Il doit donc se trouver, entre le radiant relatif et l'antiapex, sur le demi-grand cercle qui passe par ces deux points. Ce demi-grand cercle, qui se termine à l'apex G et à l'antiapex Q, serait représenté sur la carte par deux rayons symétriques partant de ces deux centres, et dont l'un passe par le radiant relatif. Chacun de ces rayons représente un quart de cercle ; mais, par l'effet de la projection stéréographique, leurs 90 degrés sont plus resserrés près des centres que près des bords. On peut aisément, du reste, y marquer les divisions inégales qui les partagent en degrés. C'est sur cette droite brisée que l'on porte, à partir du radiant relatif et vers l'antiapex, la correction qui change le relatif en absolu.

Quant à la grandeur de cette correction, elle diminue évidemment quand la vitesse absolue de la météorite augmente, et réciproquement. Pour une même vitesse absolue, elle varie avec l'angle des deux vitesses que l'on compose. Elle atteint sa plus haute valeur quand cet angle est droit, et diminue symétriquement des deux côtés de ce maximum. Ainsi, dans le cas que nous supposerons généralement de la vitesse parabolique, elle atteint 45° quand l'angle des composantes est droit, 38° quand il est de 60° ou de 120°, 21° quand il est de 30° ou de 150°, et elle s'annule quand il se réduit à 0° ou à 180°.

Tous les radiants absolus ainsi déterminés peuvent être reportés sur une seule carte, où le Soleil et, par suite, l'apex et l'antiapex occuperont toujours les mêmes places; mais il faut alors avoir soin de se rappeler que le zéro des longitudes varie de radiant à radiant. Deux radiants qui se trouveraient juxtaposés sur la carte pourraient être fort éloignés l'un de l'autre sur la sphère étoilée; leurs longitudes pourraient différer de 180°. La carte doit être complétée par la connaissance des dates. Pour que deux radiants, très voisins sur la carte, le soient également sur la sphère étoilée, il faut ou que leurs météorites soient tombées en même temps, ou, du moins, aux mêmes dates en des années différentes.

Le lecteur sait maintenant comment M. Newton a construit la carte des 116 radiants absolus dont la figure 1 est une réduction (1). C'est cette carte dont nous disions plus haut que, si l'on y joint seulement la date de chaque chute, elle forme un tableau complet des éléments paraboliques de nos 116 météorites. Justifions cette assertion.

On sait que les éléments paraboliques d'un astre comprennent, identiquement ou équivalemment, les cinq

(1) Pour éviter les inexactitudes dans la position des radiants, cette carte a été ici reproduite photographiquement sans le secours du graveur. Nous n'avons donc pu y corriger la légère erreur qui a fait empiéter le petit cercle TT sur les deux arcs AA, qu'il devait simplement toucher.

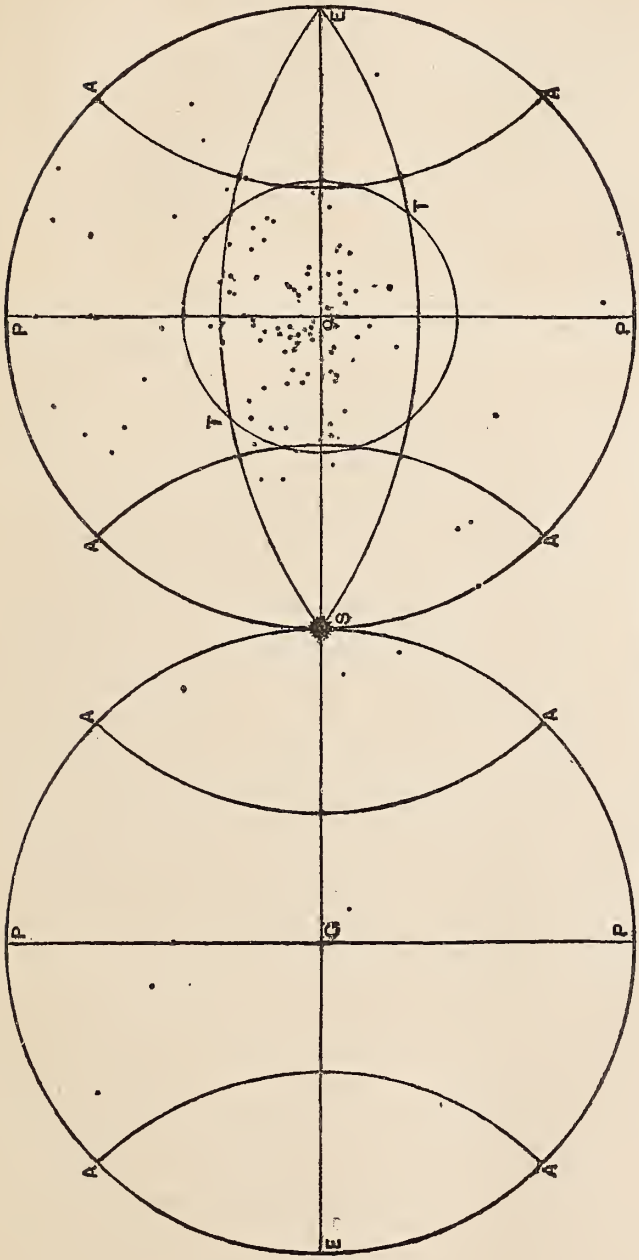


Fig. 1. — Radiants absolus de 116 météorites

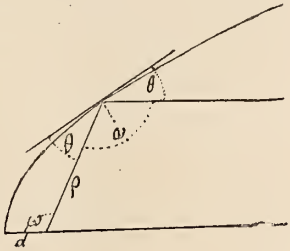
choses suivantes : 1° La position de l'astre sur la sphère à une époque donnée, 2° la longitude de l'un des nœuds de l'orbite, 3° l'inclinaison du plan de cette orbite sur l'écliptique, 4° la distance du périhélie au Soleil, 5° la position du périhélie sur la sphère. Nous allons voir que ces cinq choses sont données, pour une quelconque de nos 116 météorites, par la date de sa chute et la position de son radiant absolu sur la carte.

Appelons *r* ce radiant que, pour plus de clarté, nous engageons le lecteur à choisir d'abord sur l'arc supérieur STE, qui est la projection d'un demi-grand cercle. La date de la chute donne la longitude de la Terre, c'est-à-dire sa position sur la sphère à cette époque. La météorite ayant alors la même position que la Terre, le premier élément est donc connu. Le second élément l'est également, puisque la météorite rencontrait en ce moment l'écliptique et passait par l'un de ses nœuds, nœud ascendant ou descendant suivant que *r* est au sud ou au nord de l'écliptique. Quant au troisième élément, remarquons d'abord que le plan du demi-grand cercle S*r*E est précisément celui de l'orbite météoritique. En effet, il passe par les deux droites qui joignent le centre de la sphère au Soleil S et au radiant *r*; or la première est à la fois la ligne des nœuds et le rayon vecteur de la météorite, et la seconde est la tangente finale à la parabole qu'elle décrit; elles sont donc toutes deux dans le plan de cette orbite. L'angle *r*SQ de ce plan avec l'écliptique est donc le troisième élément, et la projection stéréographique le représente exactement sur la carte. Cet angle peut croître non seulement jusqu'à 90°, mais encore, pour des radiants situés dans l'hémisphère G, jusqu'à 180°. Quand *r* est de l'autre côté de l'écliptique, l'angle *r*SQ conserve la même signification; la seule différence est que dans un cas la ligne qui joint S au centre de la sphère va du Soleil au nœud ascendant, et que dans l'autre elle va du Soleil au nœud descendant. Le quatrième élément, la distance

linéaire du périhélie au centre du Soleil, est égale à $\sin^2 rS$ (1). L'arc rS est, en effet, compris entre deux droites qui partent du centre de la sphère, c'est-à-dire de la météorite au moment de sa chute, et dont l'une va vers le Soleil, foyer de la parabole, tandis que l'autre remonte la tangente et la suit *à rebours*. On voit en outre aisément (voir la figure en note) que, si cet angle est obtus, c'est que la météorite parcourt la tangente en faisant un angle aigu avec le rayon vecteur, et réciproquement. Donc la seule inspection de la carte nous dira si, au moment de la chute, la météorite se rapprochait encore ou s'éloignait déjà de son périhélie : dans le premier cas, l'angle rS est plus grand que l'angle droit et r se trouve en dehors des deux droites PP ; dans le second cas, r se trouve sur l'un des deux demi-cercles compris entre ces droites. Enfin, pour déterminer le cinquième élément, la position du périhélie sur la sphère, remarquons que le double du complément (pris en valeur absolue) de l'arc rS est égal à l'angle compris entre les deux rayons vecteurs qui vont du centre du Soleil au nœud et au périhélie. Puisque l'on connaît déjà la longitude du nœud et l'inclinaison de l'orbite, cet angle donne évidemment la position du périhélie sur la sphère ; et par conséquent le cinquième élément se trouve aussi déterminé. — Donc, en résumé, les deux premiers éléments sont donnés par la date, les deux suivants par la carte, et le dernier par le concours de l'une et de l'autre.

On voit combien de faits sont accumulés dans le témoi-

(1) Un coup d'œil sur la gravure ci-jointe rappellera les propriétés de la parabole qui justifient le reste de ce paragraphe. L'équation de cette courbe en coordonnées polaires est, comme on sait : $\rho(1+\cos\omega)=2d$, qu'on peut aussi écrire : $\rho\cos^2\frac{\omega}{2}=d$; or la moitié de l'angle ω est le complément de θ ; donc $\rho\sin^2\theta = d$. Dans le texte, l'angle θ est rS, et le rayon vecteur ρ, au moment de la chute, est égal à l'unité; donc $\sin^2 rS = d$.



gnage de chacune de ces petites étoiles qui représentent les radiants absolus, et l'on devine l'importance d'un document qui réunit 116 de ces témoignages, surtout quand cette simple réunion semble, comme c'est ici le cas, les faire conspirer dans une certaine direction. Il est évident, en effet, que le groupement si prononcé de ces radiants autour du point Q, s'il n'est pas dû aux défauts des observations, s'il n'est pas purement subjectif, doit avoir une signification dans la nature des choses. Il importe donc de bien discuter l'authenticité de ce document. C'est ce que nous allons faire maintenant, en suivant à peu près, du moins pour le fond, la discussion même de M. Newton.

Il y a trois défauts principaux dans ce tableau. D'abord les éléments qui s'y trouvent ne sont que des éléments paraboliques, ensuite les chutes qui ont servi à le construire n'ont pas toujours été observées avec la précision désirable, enfin ces chutes observées ne forment qu'une faible minorité relativement à celles qui passent inaperçues.

Le premier défaut, on le sait, se rencontre également dans l'histoire de toutes les comètes. Quand une comète nouvelle se présente, on commence par calculer, faute de mieux, ses éléments paraboliques, c'est-à-dire, par déterminer la parabole qui rendrait compte des positions observées. C'est toujours une première approximation. Plus tard, si la parabole ne représente pas assez bien les observations subséquentes, on cherche l'ellipse ou, dans certains cas, l'hyperbole capable de les mieux représenter. Théoriquement il suffirait, pour déterminer la nouvelle trajectoire, de connaître la vitesse absolue de la comète au moment où elle passe à l'unité de distance, comme les météorites que nous rencontrons. Cette vitesse est-elle de 42 kilomètres par seconde, l'orbite est bien réellement et certainement une parabole; mais tant de kilomètres en moins exige une ellipse ayant tel grand axe, et tant de kilomètres en plus

exige une hyperbole avec tel axe transverse. Ainsi, la vitesse de $37^k,3$ assigne un grand axe de 4,439 à la comète de Encke, qui est la comète la moins éloignée du Soleil; et, à l'autre extrémité, nous trouvons le maximum de $43^k,7$, qui assigne 16,025 pour axe tranverse à la comète de 1806, la plus hyperbolique de toutes.

De même, dire d'une météorite qu'elle arrive à la Terre avec telle vitesse absolue, inférieure ou supérieure à 42 kilomètres, et dire que tel est le grand axe ou l'axe transverse de son orbite, sont deux propositions équivalentes; et lui assigner une orbite parabolique, c'est la même chose que de déclarer sa vitesse d'arrivée égale à 42 kilomètres. Il faut donc nous demander si nous sommes réellement autorisés à lui attribuer, du moins comme approximative, cette dernière vitesse.

Or, la carte des radiants relatifs, que le lecteur peut reconstituer d'après celle des radiants absolus qui en est dérivée, nous fait connaître, avec la garantie des observations qui l'ont fournie, des limites inférieures des vitesses absolues. On reconnaît immédiatement que tous les radiants relatifs qui sont dans l'hémisphère de l'antiapex, c'est-à-dire tous ceux qui, en devenant absolus, ont passé dans le cercle TT de la figure 1, correspondent à des vitesses absolues supérieures à 30 kilomètres; car toute vitesse inférieure placerait évidemment le radiant relatif dans l'hémisphère de l'apex. Cela fait déjà les deux tiers des 116. Quant aux autres, on en trouverait encore 25 qui, ayant leur radiant relatif à plus de 60° de G, exigent des vitesses absolues supérieures à 26 kilomètres; et enfin 12, sur les 13 qui restent, dont le radiant relatif, situé à plus de 30° de G, exige des vitesses supérieures à 15 kilomètres.

Mais ce ne sont là que des limites, et rien dans le tableau ne nous dit si les valeurs réelles des vitesses les dépassent de peu ou de beaucoup. Il faudrait interroger les cas particuliers où des mesures ont été faites. Nous

en avons cité un, celui de Stannern, où, d'après M. Lockyer, l'on a observé une vitesse de 72 kilomètres dans les régions supérieures de l'atmosphère; M. Newton admet aussi cette observation. Comme c'est une vitesse *relative,* il faut en conclure que la vitesse absolue était au moins égale à 42 kilomètres. Nous n'avons pas trouvé d'autres observations précises; et nous ne voyons rien d'assez déterminé, soit dans l'assertion de M. Daubrée pour qui les vitesses relatives vont de 30 à 60 kilomètres, soit même dans celle de M. Newton qui, en 1886 (1), leur donnait pour limites approximatives « 50 et 250 fois la vitesse du son dans l'air », ce qui ferait environ 17 et 85 kilomètres. Ces derniers nombres semblent supposer que la vitesse de la Terre est 34 kilomètres au lieu de 30. M. Newton, qui a depuis lors étudié tous les documents relatifs aux chutes, estime en 1888 que les météorites parcourent des ellipses analogues à celles des comètes périodiques dont la période ne dépasse pas 33 ans. Cela place leurs vitesses absolues d'arrivée entre $37^k,3$ et $41^k,4$. En attendant qu'il publie, comme il l'annonce, « une discussion complète de toutes ces chutes observées » (2), nous admettrons, d'après lui, que les observations autorisent à placer probablement nos 116 météorites dans cette catégorie.

Or, pour les météorites comme pour les comètes, avec de pareilles vitesses, les orbites paraboliques sont, dans notre région centrale du système solaire, de véritables approximations; il faut cependant se rendre compte des changements qui s'introduiraient dans le tableau des éléments, si l'on y passait des paraboles approximatives aux ellipses réelles qui nous sont inconnues.

Ce passage rapprocherait d'abord de l'antiapex tous les radiants absolus, et le rapprochement serait, au maximum, de 8° 30'. Il n'aurait d'ailleurs aucune influence sur les deux premiers éléments de l'orbite, qui ne dépendent

(1) *Nature,* September 30, p. 532.
(2) *American Journal of science,* July 1888, p. 14.

que de la date de la chute. Le troisième élément, l'inclinaison, serait légèrement diminué; ce qui ne ferait qu'accentuer encore la remarquable distribution des radiants sur la carte. Quant au quatrième élément, remarquons qu'en général $\sin^2 rS$ serait légèrement augmenté; mais, en général aussi, cette quantité devrait être légèrement diminuée pour représenter la distance périhélie. Enfin, le cinquième élément subirait aussi une faible altération; mais il n'a absolument aucune influence sur la signification de notre carte, de même que le sixième élément qui s'ajouterait aux autres, et donnerait la longueur du grand axe de l'ellipse ou la durée de la révolution.

Il s'ensuit de ces remarques que nous pouvons, avec une approximation suffisante, conserver pour les raisonnements ultérieurs les éléments paraboliques.

Le second défaut à examiner, le manque de précision dans beaucoup d'observations, peut-il être cause de la remarquable condensation des radiants absolus autour de l'antiapex? Au contraire. Partout, en effet, où les radiants auraient une tendance naturelle à se grouper, les erreurs d'observation ne peuvent que les disperser; il faudrait, pour éviter ce résultat, une sorte de conspiration entre des erreurs qui sont évidemment toutes indépendantes les unes des autres. Leur effet naturel sera donc d'établir, sur la sphère, une distribution plus uniforme des radiants observés, c'est-à-dire d'en mettre à peu près autant dans chacun des deux hémisphères. Sur les radiants absolus, leur effet serait donc d'en mettre à peu près autant à l'intérieur qu'à l'extérieur du petit cercle TT. La condensation dans ce petit cercle ne peut donc être due aux erreurs; et, s'il contient à peu près les deux tiers du nombre total, c'est malgré le manque de précision des observations, et non grâce à ce défaut.

Enfin, le troisième défaut de notre carte des radiants absolus, c'est que les chutes observées, qui ont servi à la

construire, ne forment qu'une faible minorité relativement à celles qui passent inaperçues. Si celles-ci étaient enregistrées, la distribution des radiants resterait-elle la même? Les heures (de midi à minuit, en moyenne) où l'antiapex est sur l'horizon, les saisons (hiver et printemps) où il est le plus élevé sur l'Europe et l'Amérique du Nord n'ont-elles pas, vu les habitudes des hommes, favorisé les radiants voisins de ce point? Il serait sans doute assez difficile de répondre nettement à cette question; mais peu importe. Nous pouvons négliger ce que les hommes n'ont pas vu; car ce qu'ils ont vu démontre l'existence d'une cause naturelle, objective, favorisant le groupement des radiants absolus autour d'un point, c'est-à-dire la disposition qui caractérise notre carte.

En effet, si cette cause n'existait pas, les radiants absolus, observés ou non, seraient à peu près uniformément distribués sur tout le ciel. Par suite, grâce à la vitesse de la Terre, les radiants relatifs correspondants se grouperaient autour de l'apex, d'autant plus nombreux qu'ils en seraient plus proches, comme nous l'avons vu pour les étoiles filantes, et l'hémisphère dont l'apex occuperait le pôle, l'hémisphère G, en contiendrait six fois plus que l'hémisphère opposé. A chaque instant donc, les plans verticaux voisins de l'apex, ceux dont l'écart en azimut ne dépasse pas 90°, auraient plus de chances que les autres d'être parcourus par une météorite; et, à hauteur égale, un radiant relatif serait plus probablement dans un de ces azimuts voisins, où il serait plus près de l'apex, que dans l'azimut diamétralement opposé. Or, quelles que soient les habitudes des hommes, il est aussi facile d'observer les chutes dans les azimuts voisins de l'apex que dans les autres; et par conséquent, indépendamment de ces habitudes, si la cause objective dont nous parlons n'existe pas, les chutes observées correspondront beaucoup plus souvent aux premiers qu'aux seconds. Or, c'est précisément le contraire qui a lieu, comme la carte le fait naturelle-

ment supposer et comme M. Newton l'a constaté en détail. Il lui a suffi, en effet, de substituer dans ses documents à tous les azimuts leurs opposés, sans changer les hauteurs, pour voir 70 radiants relatifs se rapprocher de l'apex tandis que 44 seulement s'en éloignaient. Il n'y avait donc, sur 114 azimuts, que 44 voisins de l'apex ; les 70 autres étaient voisins de l'antiapex. Nous pouvons donc affirmer que la cause du groupement n'est pas uniquement subjective ; il y a une cause naturelle, indépendante de l'observation.

Cette connaissance pourtant n'éclairerait pas beaucoup la question de l'origine des météorites, si la cause du groupement n'agissait que dans notre atmosphère, c'est-à-dire sur l'élément final de la trajectoire, en supprimant la plupart des météorites dont les radiants se placeraient assez loin de l'antiapex. Or, à première vue, ce ne serait pas impossible. En effet, les radiants que nous voyons groupés autour de ce point sont précisément ceux qui correspondent aux plus faibles vitesses *relatives;* leurs météorites n'ont traversé l'air qu'avec des vitesses de 12 à 21 kilomètres ; tandis qu'elles auraient dû y parcourir près de 72 kilomètres par seconde pour avoir leurs radiants près de l'apex. Si la pression et la chaleur qui résulteraient d'une telle vitesse suffisaient pour pulvériser et volatiliser le mobile, cela pourrait expliquer la distribution des radiants absolus sur la carte ; mais rien ne prouve qu'il en soit jamais ainsi, et il y a des faits tendant à prouver le contraire. Ainsi les pierres de Stannern n'ont pas été détruites par une vitesse de 72 kilomètres ; et notre carte elle-même nous montre 25 radiants correspondant à des vitesses relatives de plus de 40 kilomètres. Aussi, sans nier complètement l'intervention de cette cause négative, nous croyons, avec M. Newton, qu'il existe une cause positive beaucoup plus importante, à savoir la nature même des orbites météoritiques et leur distribution réelle dans le voisinage de la nôtre. La signi-

fication générale de notre carte serait donc que, parmi ces orbites, la grande majorité ont des inclinaisons très petites, que, par suite, le mouvement y est direct, et que les mouvements rétrogrades ne sont qu'une exception.

Avant de rapprocher de cette conclusion celles que nous avons rencontrées d'abord à propos des formules de Lagrange, nous devons consacrer quelques lignes à l'explication de la seconde carte. Celle-ci a été également construite par M. Newton pour les 94 chutes dont le lieu et l'heure, sans la direction, lui ont été fournies par ses documents. Comme dans la carte précédente, les points P sont les pôles de l'écliptique, et le zéro des longitudes est encore, pour chaque chute, choisi de façon que le Soleil soit au point de contact des deux cercles extérieurs et que, par suite, les centres de ces cercles soient l'apex G et l'antiapex Q. Mais les étoiles ne sont plus des radiants; elles représentent le zénith au lieu et au moment de la chute. Elles sont presque toutes dans l'hémisphère nord, parce que l'autre hémisphère a beaucoup moins d'observateurs. Entre les deux lignes PP, les chutes ont eu lieu pendant le jour, puisque le Soleil était à moins de 90° du zénith. Dans les chutes en plein jour, c'est ordinairement l'explosion qui attire l'attention, et, faute d'avoir aperçu les phénomènes lumineux qui la précèdent, on ne peut pas déterminer la direction ; c'est pour cette raison, sans doute, que ces chutes forment plus des sept huitièmes dans les 94 de la seconde classe. Une remarque beaucoup plus importante, c'est que l'hémisphère de l'antiapex renferme à peu près les deux tiers des chutes. C'est une preuve nouvelle de la loi révélée par les 116 de la première classe, et cette preuve est encore fortifiée par la remarque suivante.

Nous avons dans ce qui précède négligé ce qu'on appelle l'*attraction zénithale ;* mais il convient d'en parler ici. Quand une météorite approche de la Terre, l'attrac-

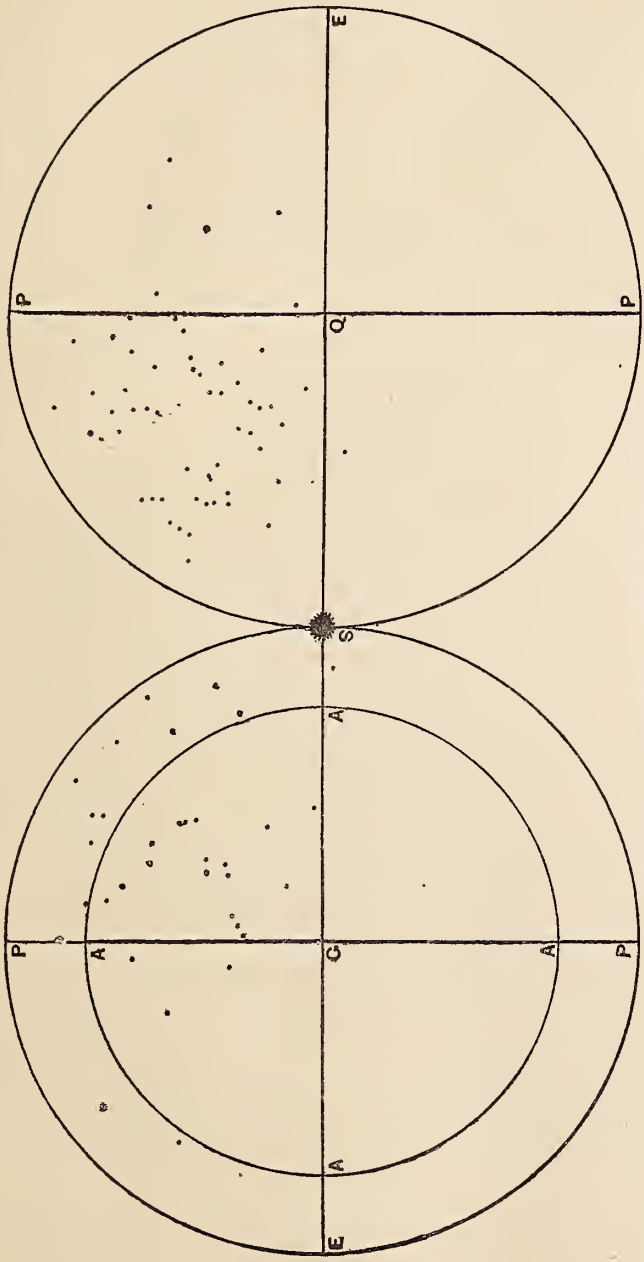


Fig. 2. — Position du zénith dans 94 chutes.

tion de celle-ci modifie son orbite. Il n'est, du reste, pas difficile d'apprécier cette modification, si l'on calcule l'orbite *relative*, celle qui résulte de l'attraction terrestre et de la vitesse relative du mobile. Cette orbite est toujours une hyperbole; mais, pour une météorite qui voyage d'un mouvement direct sur une ligne parallèle à l'orbite terrestre, la vitesse relative n'étant que de 12 kilomètres par seconde, l'hyperbole se courbe notablement au périgée; au moment où le mobile vient raser la Terre, sa vitesse relative dépasse 16 kilomètres, et sa direction est devenue horizontale parce qu'elle a été relevée de 17° 36′ vers le zénith. Sans l'attraction terrestre, cette direction serait restée de 17° 36′ sous l'horizon du lieu. A l'autre extrême, supposons une météorite qui voyage en sens contraire de la précédente, sa vitesse relative sera de 72 kilomètres, aussi son hyperbole sera beaucoup plus tendue; au périgée, la vitesse n'aura crû que de $0^k,9$ et la direction n'aura été relevée vers le zénith que de 41′. On voit donc que, grâce à l'attraction zénithale qui agit à peu près comme la réfraction astronomique, la région d'où les météorites peuvent atteindre un lieu quelconque n'est pas bornée par l'horizon astronomique ; elle s'étend, au moins pour les météorites qui viennent de l'antiapex, jusqu'à environ 17° plus bas. C'est pour cela que, dans la seconde carte, on a tracé le cercle AAA dans le cercle de l'apex. Sur tout lieu dont le zénith était compris dans l'anneau ainsi formé, l'apex et l'antiapex pouvaient en même temps envoyer des météorites. Il faut donc négliger tous ces lieux dans la comparaison. Il reste ainsi 20 chutes seulement pour les heures où l'apex seul était sur l'horizon, contre 59 pour les heures où l'antiapex seulement s'y trouvait. C'est l'inverse de ce qui aurait lieu, par le seul déplacement de la Terre, s'il n'y avait pas une loi naturelle favorisant l'antiapex.

Reprenons maintenant la première carte, qui donne, à

elle seule, les distances périhélies et les inclinaisons pour 116 météorites, et voyons quelle part les corps du système solaire peuvent revendiquer dans la production de ces 116 orbites.

Il est d'abord évident que le Soleil n'en a pas produit une seule; car, d'après ce que nous avons vu, toute météorite venant du Soleil à la Terre devrait avoir son radiant absolu à moins de 5° 34′ du centre du Soleil ou du point diamétralement opposé sur la sphère. Or, sur notre carte, il n'y en a pas un seul à cette distance du point S ou des deux points E.

Pour les grosses planètes, intérieures et extérieures à l'orbite terrestre, nous avons construit un tableau donnant, pour cinq valeurs de la distance périhélie, les limites supérieures des inclinaisons admissibles. Pour rapprocher ce tableau de la carte, il est bon de se rappeler que la distance périhélie est égale à $\sin^2 rS$ et que, par conséquent, les cinq distances 1 ; 0,75 ; 0,5 ; 0,25 et 0,1 correspondent à $rS = 90°$, 60°, 45°, 30° et 18°26′. La carte montre alors que Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune n'ont pu nous envoyer aucune des 116 météorites, et que, parmi celles-ci, il n'y en a que cinq ou six qu'il ne serait pas géométriquement impossible d'attribuer soit à Mars, soit à Vénus, soit à Mercure.

On pourrait en dire autant de la moitié au moins des astéroïdes qui circulent entre Mars et Jupiter, parce que l'inclinaison de leurs propres orbites est inférieure à 7°; mais, dans l'autre moitié, il y en a quinze dont les inclinaisons vont de 20° à 26° 30′, et il y en a une, Pallas, dont l'inclinaison atteint 34° 44′. Celles-ci pourraient, à ne considérer que les conditions purement géométriques, être la source de la plupart de nos 116 météorites. Il en resterait pourtant encore une dizaine pour lesquelles il faudrait trouver une autre origine ; car Pallas elle-même ne pourrait expliquer géométriquement des orbites qui, avec des distances périhélies égales ou supérieures à 0,5,

ont des inclinaisons supérieures à 63° 8′. Mais il ne nous paraît pas possible d'admettre que des corps aussi petits que ces astéroïdes, qui ont dû se solidifier entièrement peu de temps après leur formation, aient jamais pu nous envoyer, sous forme de météorites, des produits de leurs explosions.

Reste la Terre, ou plutôt le système de la Terre et de la Lune ; car, dans un pareil problème, chaque planète peut évidemment être considérée comme ne formant qu'un tout avec ses satellites. Ici la géométrie pure ne peut plus prononcer aucune exclusion ; car il est non seulement possible mais nécessaire que tous les corps détachés de la Terre par une explosion reviennent à chacune de leurs révolutions couper son orbite à l'endroit même où ils s'en sont séparés. Mais, si l'on veut se former une idée de la distribution probable de leurs nouvelles orbites, il faut, dans les formules de Lagrange, regarder les résultats des plus faibles explosions comme plus probables que ceux des plus fortes. C'est ce que nous avons fait plus haut ; et nous avons trouvé, en regardant comme exceptionnelles les explosions qui donneraient au mobile une vitesse initiale supérieure à 30 kilomètres par seconde, vitesse de la Terre sur sa propre orbite, que *les distances périhélies doivent être presque toutes comprises entre* 1 *et* 0,5, *que les mouvements doivent être presque tous directs, et que les inclinaisons ne doivent qu'exceptionnellement dépasser de beaucoup l'angle de* 30°.

Ce résultat d'un calcul *à priori* s'accorde-t-il avec les faits résumés par notre carte ? Le lecteur va pouvoir en juger. M. Newton, en effet, résume ainsi lui-même son tableau :

« Le fait le plus notable révélé par cette figure est le groupement des étoiles autour du point Q. Les 116 météorites ont tous leurs radiants, sauf 7, dans l'hémisphère Q, c'est-à-dire, avaient des orbites dont l'inclinaison n'atteignait pas 90°.... Les deux lignes STE représentent des

cercles inclinés de 35° sur l'écliptique ; plus des deux tiers des radiants sont entre ces lignes ; par suite, plus des deux tiers des orbites étaient inclinées de moins de 35° sur l'écliptique, le mouvement étant direct.... Un autre fait important est révélé par le groupement des points dans la figure 1. En général, ces pierres, en voyageant sur leurs orbites, ne s'approchaient pas beaucoup du Soleil. Si l'on mène les deux arcs de cercle AA à 45° de S et de E, toutes les météorites dont les radiants absolus seront dans la zone centrale APPAAA, limitée par les cercles AA, auront des distances périhélies supérieures à 0,5 et inférieures à l'unité. Il y en a 103 sur les 116. »

Il y a donc le plus parfait accord entre ce qui est, d'après la carte de M. Newton, et ce qui doit être si la Terre a réellement engendré jadis les météorites qu'elle recueille aujourd'hui sur sa route. On peut donc, pour conclure cette discussion, formuler, sans crainte d'erreur, la proposition suivante :

Si nos météorites sont originaires du système solaire, c'est sans aucun doute sur la Terre ou, plutôt, dans le système de la Terre et de la Lune qu'elles ont pris naissance.

Mais sont-elles originaires du système solaire ?

Commençons par l'avouer, l'hypothèse contraire compte, aujourd'hui encore, des partisans très distingués, parmi lesquels des astronomes et M. Newton lui-même. Pour eux, les météorites, tout comme les étoiles filantes, doivent venir des régions lointaines, ultra-planétaires, où se sont formées les comètes ; ce sont, suivant le mot de M. Newton, des « morceaux de comètes », absolument comme les étoiles filantes.

Nous croyons cependant, malgré une autorité aussi imposante, que, prise dans toute sa généralité, cette assimilation est contredite par la carte même de M. Newton. En effet, si les météorites nous arrivent directement des régions ultra-planétaires, si elles ne sont que de grosses

étoiles filantes, elles doivent, comme les autres étoiles filantes, nous arriver indifféremment de toutes les directions; et, par suite, leurs radiants relatifs doivent aussi être six fois plus nombreux dans l'hémisphère de l'apex que dans l'autre hémisphère, ou, pour nous reporter à la carte des radiants absolus, nous devrions trouver environ 99 de ceux-ci à l'extérieur du cercle TT et seulement 17 à l'intérieur. Or, c'est presque l'inverse que nous y voyons. Il n'est donc pas admissible qu'elles nous viennent directement de ces régions lointaines.

Cette remarque, évidemment, n'a pas échappé à l'auteur de la carte; aussi nous voyons, dans son bel article, qu'il a aujourd'hui modifié son opinion et que, pour conserver son assimilation, il l'a restreinte et spécialisée. Les météorites ne ressemblent plus à la généralité des étoiles filantes et des comètes; mais elles forment une classe à part avec les quelques comètes périodiques connues et l'essaim d'étoiles filantes qui a remplacé la comète de Biela. Les comètes ordinaires ont, en effet, des inclinaisons quelconques, de 0° à 180°, et par suite les mouvements rétrogrades n'y sont pas rares ; mais les comètes dont la révolution s'accomplit en moins de 33 ans ont de faibles inclinaisons et n'ont, par conséquent, que des mouvements directs.

Bien que M. Newton n'insiste pas longuement sur ce rapprochement, on en devine aisément la portée. La loi remarquable qu'il signale dans la distribution des comètes à courte période doit évidemment avoir une cause; cette cause, quelle qu'elle soit, a sans doute produit un effet semblable sur les météorites. Dès lors, on conçoit que leurs radiants absolus puissent être systématiquement distribués, sans qu'il faille renoncer à leur attribuer une nature cométaire.

Il nous semble pourtant que, pour continuer à admettre l'identité des météorites et des étoiles filantes, il faudrait du moins indiquer pourquoi cette cause inconnue a fait une distinction entre les unes et les autres, pourquoi elle

a rapproché toutes les météorites des comètes périodiques, en laissant presque toutes les étoiles filantes avec les autres comètes. Mais, à notre tour, nous n'insisterons pas sur cette critique; nous croyons pouvoir nommer la cause mystérieuse qui a opéré sur les comètes périodiques, et montrer ensuite qu'elle n'a pas agi tout à fait de la même façon sur nos météorites.

On sait qu'une comète arrivant, sur une parabole, des profondeurs de l'espace peut, en passant près d'une planète, être *capturée* et retenue sur une ellipse dans le système solaire, et que, suivant l'opinion très fondée des astronomes, ce serait là en réalité l'histoire de toutes nos comètes périodiques. Un des éléments les plus importants dans cette capturation, c'est la vitesse relative de la comète; car c'est elle qui mesure la durée du voisinage et, par suite, la grandeur de la perturbation. Supposons, par exemple, au lieu des deux météorites que nous avons considérées tout à l'heure à propos de l'*attraction zénithale*, deux comètes paraboliques qui, pour passer un peu en dehors de notre atmosphère, arrivent parallèlement à notre orbite mais en sens contraire l'une de l'autre. La première, avec une vitesse relative de 12 kilomètres, subira sur son hyperbole relative une déviation de 35° 12′, et elle sera capturée; car désormais elle parcourra, en douze ans et quelques mois, une ellipse dont l'aphélie dépassera à peine l'orbite de Saturne; la seconde, grâce à sa grande vitesse relative de 72 kilomètres, passera six fois plus rapidement devant la Terre, et ne subira qu'une altération insignifiante de sa vitesse absolue et de sa direction; elle retournera donc vers la région stellaire d'où elle était venue. Le mouvement de la première continuera à être direct, et celui de la seconde continuera à être rétrograde; mais la première seule aura été capturée.

La différence de ces deux résultats montre déjà la grande influence de la vitesse relative; supposons, pour la faire encore mieux ressortir, que la Terre soit seize

fois plus loin du Soleil, entre les orbites de Saturne et d'Uranus. Toutes les vitesses absolues seront alors quatre fois plus petites, et les vitesses relatives de nos deux comètes ne seront plus que de 3 et de 18 kilomètres. La plus rapide elle-même restera donc quatre fois plus longtemps sous l'influence de la Terre ; aussi la rencontre aura pour effet de les capturer toutes deux, la première pour le mouvement direct, la seconde pour le mouvement rétrograde.

En général, grâce à la diminution progressive des vitesses, les planètes éloignées auront beaucoup plus de facilité que les autres à capturer des comètes pour le mouvement rétrograde, soit en retenant des comètes rétrogrades que les planètes intérieures laisseraient échapper, soit en déviant suffisamment des comètes directes pour les rendre rétrogrades en les capturant. On voit donc pourquoi les comètes à courte période, dont une seule dépasse un peu l'orbite de Saturne, et qui par conséquent n'ont pu être capturées que par les planètes intérieures à l'orbite d'Uranus, ont toutes des mouvements directs. Ce fait, expliqué par leur capturation, est une nouvelle preuve en faveur de l'origine que leur attribuent aujourd'hui les astronomes.

Mais nous allons voir que nos météorites ne sont pas, comme les comètes périodiques, des corps retenus près de nous par les planètes qui circulent avec nous autour du Soleil. En effet, aucune météorite venant du fond de l'espace ne peut être capturée par une planète à moins de passer fort près de cette planète, plus près même que les satellites qu'elle surpasse notablement en vitesse relative. Ainsi, pour reprendre un exemple déjà donné, il est vrai qu'une météorite qui arriverait vers la Terre avec la vitesse absolue de 42 kilomètres et la vitesse relative de 12 kilomètres subirait une déviation relative de 35° et serait capturée, si elle passait tout près de notre atmosphère ; mais à la distance de la Lune la déviation ne serait plus que de 49′, insuffisante pour

la capturation. Par conséquent, puisque dans cette question l'on peut considérer chaque planète comme ne formant qu'un corps avec ses satellites, on peut dire que les météorites capturées se conduisent, en s'éloignant de la planète, comme elles se conduiraient si elles avaient été lancées sur leurs orbites par des explosions; ces orbites devraient donc couper, non seulement celle de la Terre, mais encore celle de la planète. Or, nous l'avons vu, les orbites fournies par la carte de M. Newton ont des inclinaisons et des distances périhélies géométriquement incompatibles avec cette double intersection. Il s'ensuit que les météorites que nous recueillons n'ont pas été déviées vers nous par les grosses planètes; et l'on peut évidemment ajouter qu'elles n'ont pu l'être par les astéroïdes.

La seule planète qui puisse les avoir capturées autrefois de façon à nous les faire rencontrer aujourd'hui, c'est la Terre elle-même. La Terre aurait traversé jadis de riches courants, aujourd'hui complètement épuisés, de météorites venues de l'espace ultra-planétaire, et, sans compter celles qu'elle aurait alors absorbées, elle en aurait *capturé* un très grand nombre. Si l'on voulait expliquer ainsi leur origine, nous ne pourrions opposer aucun argument astronomique absolument péremptoire; mais cette hypothèse expliquera-t-elle aussi nettement que les explosions la loi des distances périhélies et des inclinaisons ? Il est permis d'en douter, quand on voit que, sur dix comètes à courte période, il y en a une, celle de Encke, dont la distance périhélie n'est que 0,342 et une autre, celle de Tuttle, dont l'inclinaison dépasse 55°.

Ce sera peut-être la pétrographie qui décidera. Peut-être aussi un nouveau fait astronomique sur lequel le Dr Hans Reusch, de Christiania, a récemment appelé l'attention (1) pourra-t-il, grâce aux renseignements recueillis

(1) *On Meteorites*, American Naturalist, feb. 1888, pp. 106 seq.

par M. Newton, prononcer définitivement entre les deux hypothèses.

M. Reusch fait remarquer que souvent « la Terre reçoit des météorites à la même date pendant deux ou plusieurs années consécutives », comme si le point de son orbite où elle passe à cette date était rencontré par un courant filiforme mettant plusieurs années à passer. D'autres dates lui semblent « avec un degré considérable de probabilité » indiquer des passages périodiques. Ainsi le 13 octobre a vu des chutes en 1787, 1819, 1838, 1852 et 1872. Les intervalles de ces années sont à peu près des multiples de 6,5 ; et par conséquent ces chutes, si elles correspondaient toutes au même *radiant*, seraient produites par un groupe dont la révolution autour du Soleil durerait de 6 à 7 ans. Nous ne sommes pas en mesure de contrôler ou de discuter les cas assez nombreux de ces chutes périodiques que M. Reusch cite dans son travail. M. Newton les comparera peut-être aux orbites qu'il a déterminées. S'il se trouve qu'en effet il y a assez souvent plusieurs météorites différentes enfilées à intervalles notables sur une même orbite, s'il y a de véritables courants filiformes, ce serait, nous semble-t-il, un argument très fort contre l'hypothèse des capturations ; parce qu'il n'est guère probable que deux météorites capturées séparément puissent suivre la même trajectoire.

En attendant, nous croyons avoir établi, par des arguments purement astronomiques, avec la probabilité que comporte aujourd'hui un pareil sujet, que c'est bien au système de la Terre et de la Lune que nous devons nos météorites : ou bien ce système a, par son attraction, capturé jadis et engagé sur de nouvelles orbites les météorites qui, venant des espaces ultra-planétaires, passaient dans son voisinage ; ou, plus probablement, il les a formées dans son sein et les a lancées sur ces orbites par des explosions.

I. Carbonnelle, S. J.

LE CANON DES ÉCLIPSES

D'OPPOLZER

Réponse a une critique de M. Flammarion

Le *Canon des éclipses* d'Oppolzer contient tous les éléments de 8000 éclipses de Soleil et de 5200 éclipses de Lune; il permet ainsi de calculer, pour une quelconque de ces éclipses, soit les principales phases pour un lieu donné, soit le tracé des courbes que l'on construit ordinairement, comme la courbe de centralité, les courbes pour les différentes grandeurs de l'éclipse, pour les limites de la visibilité, etc. Toutes ces courbes peuvent être *calculées* avec l'exactitude d'un centième de degré à peu près, donc, sur la surface de la Terre, à 1^{km} près. Seulement, d'après la nature même des choses, le calcul à faire pour obtenir ces courbes est assez pénible, et un historien qui, par exemple, cherche une éclipse visible à Rome dans le IIIe siècle, aurait fort à faire s'il devait calculer toutes les éclipses qui ont eu lieu dans l'espace de cent années et dont une grande partie tombe soit dans l'océan Pacifique, soit au pôle nord. Pour obvier à cet inconvénient et pour indiquer clairement à l'historien quelles peuvent être les éclipses qui méritent d'être calculées dans chaque cas spécial, Oppolzer a ajouté à son *Canon des éclipses* un Atlas de 160 cartes, sur lesquelles les courbes de centralité des principales éclipses sont indiquées approximativement, mais avec une exactitude plus que suffisante pour fixer le choix. Ces courbes, dont nous venons de rappeler le but, ne sont et ne

devaient être que des approximations assez grossières; leur calcul rigoureux eût été un travail presque insurmontable, comme on le reconnaîtra aisément si l'on possède les éléments de la théorie des éclipses. Tel est le *Canon des éclipses*, œuvre immense dont le secrétaire de l'Académie impériale de Vienne, M. le professeur Suess, a fait ressortir la valeur dans la séance solennelle du 26 mai 1887, en disant : " Tandis que notre regretté défunt était encore parmi nous, cette œuvre était déjà considérée comme l'une des entreprises numériques les plus importantes que l'humanité ait jamais exécutées (1). „

Il pourrait sembler inutile de s'étendre sur l'usage à faire du Canon, puisque la manière de s'en servir est clairement exposée dans la préface même de l'ouvrage, où l'on trouve également toutes les formules nécessaires. Malheureusement, un lecteur qui ne veut que s'instruire personnellement néglige parfois de lire la préface; il arrive même qu'un critique, tout en voulant instruire les autres sur l'usage d'un livre, croit pouvoir se dispenser de cette lecture ennuyeuse. C'est ce qui est arrivé pour le Canon, que M. Flammarion a critiqué dans la séance du 6 juin 1888 de la Société astronomique de France (2). Après de nombreuses comparaisons de courbes, dont nous apprécierons bientôt la valeur, il " conclut „ que " les cartes d'éclipses du *Canon der Finsternisse* du professeur Oppolzer ne peuvent pas être regardées comme précises „ et " qu'elles ne peuvent pas servir de documents absolus pour décider si telle ou telle éclipse historique a été totale ou simplement partielle pour certains points déterminés „. Voilà certes une " conclusion „ à laquelle M. Flammarion aurait pu arriver avec bien moins de travail en traduisant quelques lignes de la page xxxv de la préface du Canon. Après avoir dit, lignes 13-15, que les " arcs de cercle ainsi tracés se rapprocheront, dans une certaine mesure, de la ligne de centralité et qu'ils s'écarteront d'autant moins de la vérité que le point considéré sera plus près de l'un des points principaux „, Oppolzer

(1) Voir la belle traduction de cet éloge funèbre par M. le professeur Ernest Pasquier, dans la *Revue des questions scientifiques*, juillet 1887.

(2) Le compte rendu de cette séance se trouve dans l'*Astronomie*, juillet 1888, pp. 264-266.

Grâce à l'obligeance de M. le professeur Pasquier, de Louvain, j'ai reçu, il y a quelques jours, le numéro d'août de l'*Astronomie* contenant le mémoire même de M. Flammarion. Je regrette vivement de ne pas avoir eu connaissance plus tôt de cette critique peu fondée : en ma qualité de collaborateur au Canon et de disciple du grand astronome défunt, il m'appartenait plus qu'à tout autre d'y répondre immédiatement.

a soin d'ajouter, lignes 19-23 : " Les cartes sont des moyens précieux de rechercher sûrement toutes les éclipses qui sont d'une grandeur notable en un lieu donné; mais *il ne faut jamais oublier* que les points assez éloignés des points principaux *peuvent présenter des écarts considérables*, et que, pour les temps anciens surtout, le calcul lui-même devient un peu incertain, par suite des incertitudes dont nos théories actuelles de la Lune sont encore entachées. „

Abordons maintenant les comparaisons de courbes faites par M. Flammarion et examinons comment il procède ponr critiquer une œuvre de l'importance du Canon. Il donne une carte sur laquelle se trouvent tracées les courbes du Canon et d'autres qu'il appelle les *courbes réelles*. Le bas de cette carte porte la mention un peu étrange : " Comparaison des courbes *théoriques* tracées par Oppolzer avec la *réalité*. „ Je ne sais si M. Flammarion veut dire par là qu'Oppolzer aurait imaginé une " théorie „ d'après laquelle le centre de l'ombre se mouvrait sur des arcs de cercle, ce qui simplifierait singulièrement les choses; mais ce qui est certain, c'est que les courbes réelles de M. Flammarion sont très loin d'être " la réalité „. M. Flammarion dit que, jusqu'en 1861, ses courbes sont tracées d'après les points d'observation seuls. " Depuis 1867, ajoute-t-il, nous avons comme documents non moins précis les cartes de la *Connaissance des Temps* et du *Nautical Almanac*. „ Il est vrai que la *Connaissance des Temps* ne donne les courbes complètes que depuis 1863, et que M. Flammarion n'aurait pu y trouver pour 1842 et pour 1847, par exemple, que la partie de la courbe traversant la France; mais le *Nautical Almanac* donne les courbes depuis 1834, et, si l'échelle n'était pas alors aussi grande qu'aujourd'hui, elle était toujours plus que suffisante pour la comparaison à faire, puisque l'échelle du Canon n'est pas non plus très grande: il était donc fort inutile de recourir à des observations qui, nous le verrons, ont donné des résultats bien douteux.

Mais, avant de nous occuper des courbes de M. Flammarion, voyons si les reproches qu'il fait au Canon sont fondés pour les éclipses qu'il cite.

Comme nous l'avons montré, Oppolzer dit dans sa préface que les courbes ne sont que des approximations. Pour tracer une courbe exacte, on doit calculer un grand nombre de points d'après des formules assez compliquées, travail beaucoup trop considérable pour un si grand nombre d'éclipses et qui, d'ailleurs, eût été presque superflu; en effet, la meilleure carte, à

moins d'avoir une échelle excessive, ne peut jamais remplacer l'exactitude du calcul, et, pour ce dernier. on trouve toutes les données nécessaires dans les nombres du Canon. On s'est donc borné à calculer, pour chaque éclipse, trois points principaux : celui pour lequel elle est centrale au lever du Soleil, celui pour lequel la centralité coïncide avec le midi et celui pour lequel la centralité a lieu au coucher du Soleil. Ces trois points sont calculés à peu près rigoureusement, en ce sens que, dans le calcul, on n'a négligé que la réfraction et l'aplatissement de la Terre; dans ces conditions, ces trois points doivent coïncider à très peu près avec les points réels. On pourrait donc, si l'écart était sensible, faire au Canon un reproche fondé. Après les avoir marqués sur la carte, on a, pour faire voir à peu près le tracé de la courbe, mené un cercle par ces trois points, et la Préface avertit, comme nous l'avons rappelé, que ces arcs de cercle s'approchent, mais seulement dans une certaine mesure, de la courbe de centralité. Les véritables courbes sont loin d'être des arcs de cercle; la courbure en est très variable, de sorte que la courbe d'Oppolzer peut fort bien s'écarter sensiblement de la courbe réelle dans les intervalles compris entre deux des points principaux : cela dépend de différentes causes, variables pour les différentes éclipses. Certaines courbes réelles se confondront presque complètement avec les arcs de cercle, tandis que d'autres accuseront une courbure, ou beaucoup plus, ou beaucoup moins prononcée. Si donc M. Flammarion fait ressortir qu'il y a des éclipses pour lesquelles les courbes ne sont pas bien représentées, nous ne pouvons que répondre qu'on n'a jamais eu l'intention de représenter le tracé exact de la courbe et que son reproche est sans fondement. Le cas est tout autre si M. Flammarion prétend que les divergences existent aussi aux trois points principaux; la faute alors n'en serait plus à la courbure des courbes, mais bien aux nombres mêmes du Canon, qui seraient nécessairement fautifs. C'est là une grave accusation, dirigée contre un livre de l'importance du Canon, contre l'œuvre d'un astronome dont le nom seul devrait suffire à inspirer la plus entière confiance dans l'exactitude de ses résultats. Une accusation pareille devrait reposer sur des bases bien solides pour qu'on se risque à la lancer. Voyons quelles sont ces bases.

Les éclipses que cite M. Flammarion sont celles des 8 juillet 1842, 9 octobre 1847, 28 juillet 1851, 15 mars 1858, 18 juillet 1860, 31 décembre 1861, 6 mars 1867, 22 décembre 1870, 29 juillet 1878, 19 juillet 1879, 17 mai 1882, 19 août 1887 et 17 juin 1890.

Pour nous assurer d'abord si les courbes du Canon s'écartent de la vérité aux trois points principaux, nous tirons de la *Connaissance des Temps* les points " commencement de l'éclipse centrale ", " éclipse centrale à midi vrai " et " fin de l'éclipse centrale " ; nous tirons de même du *Nautical Almanac* les points " central eclipse begins generally ", " central eclipse at noon " et " central eclipse ends generally " ; nous tirons enfin du *Berliner Jahrbuch* les points " die centrale Finsterniss beginnt ", " die centrale Finsterniss im wahren Mittage " et " die centrale Finsterniss endet » ; ce sont les points limites des courbes. Comme chacune de ces éphémérides peut prétendre à représenter assez bien la réalité, la moyenne en sera d'autant plus digne de confiance, et si les nombres du Canon s'accordent avec les données de ces trois éphémérides, le Canon sera suffisamment justifié, même lorsque l'accord n'existera pas avec les points indiqués par M. Flammarion.

Dans le tableau suivant, nous avons réduit au méridien de Greenwich les longitudes de la *Connaissance des Temps* et du *Berliner Jahrbuch*, pour les rendre comparables aux nombres du Canon ; puis nous désignons par + les longitudes à l'est et par — celles à l'ouest. On va voir que les trois points du Canon, qui ne sont d'ailleurs donnés qu'à 1° près, s'accordent fort bien avec les éphémérides (1).

	L'éclipse centr. commence au lever du Soleil.		L'éclipse est centrale à midi vrai.		L'éclipse centrale finit au coucher du Soleil.	
	Longitude de Greenwich.	Latitude.	Longitude de Greenwich.	Latitude.	Longitude de Greenwich.	Latitude.
	Éclipse du 8 juillet 1842.					
C. T.	— 10°.22′	+37°. 9′	+ 77° 27′	+51°.48′	+147°.49′	+14° 48′
N. A.	— 10.21	+37. 9	+ 77.27	+51.47	+147,54	+14.52
B. J.	— 10.14	+36 56	+ 77.30	+51.33	(2)	
Moy.	— 10.19	+37. 5	+ 77.28	+51.43	+147.52	+14 50
C. O.	— 11	+37	+ 77	+51	+147	+15

(1) C. T. = *Connaissance des Temps*, N. A. = *Nautical Almanac*, B. J. = *Berliner Jahrbuch*, C. O. = Canon d'Oppolzer (pp. 293-297.)

(2) Pour la longitude, il y a une erreur dans le *Berliner Jahrbuch*.

	L'éclipse centr. commence au lever du Soleil.		L'éclipse est centrale à midi vrai.		L'éclipse centrale finit au coucher du Soleil.	
	Longitude de Greenwich.	Latitude.	Longitude de Greenwich.	Latitude.	Longitude de Greenwich.	Latitude.
	Éclipse annulaire du 9 octobre 1847.					
	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
C. T.	— 16. 3	+52.10	+ 47 12	+31.21	+105 43	+18.25
N. A.	— 16. 3	+52 8	+ 47 11	+31.22	+105.44	+18.29
B. J.	— 16. 0	+51.53	+ 47.12	+31. 8	+105.41	+18.18
Moy.	— 16. 2	+52. 4	+ 47.12	+31.17	+105.43	+18.24
C. O.	— 16	+52	+ 47	+31	+105	+18
	Éclipse totale du 28 juillet 1851.					
C. T.	—137.52	+53.45	— 33.43	+69.59	+ 52.46	+ 39. 2
N. A.	—137.48	+53.43	— 33 43	+69 54	+ 52.50	+ 39. 6
B. J.	—137.38	+53.27	— 33.43	+69.40	+ 52.42	+ 38.48
Moy.	—137.46	+53.38	— 33.43	+69.51	+ 52.46	+ 38.59
C. O.	—138	+53	— 34	+70	+ 52	+ 39
	Éclipse annulaire du 15 mars 1858.					
C. T.	— 67.47	+11.16	— 8.45	+45.33	+ 64.41	+ 69.24
N. A.	— 67.50	+11.19	— 8.45	+45.44	+ 64.40	+ 69.19
B. J.	— 67.43	+11.18	— 8.46	+45.41	+ 64.33	+ 69.17
Moy.	— 67.47	+11.18	— 8.45	+45.39	+ 64.38	+ 69.20
C. O.	— 68	+11	— 9	+45	+ 64	+ 69
	Éclipse totale du 18 juillet 1860.					
C. T.	—125.47	+45.42	— 30.33	+56. 9	+ 39.20	+15.52
N. A.	—125.47	+45.42	— 30.33	+56. 8	+ 39.25	+15.56
B. J.	—125.42	+45.40	— 30.33	+56. 6	+ 39.21	+15.53
Moy.	—125.45	+45.41	— 30.33	+56. 8	+ 39.22	+15.54
C. O.	—126	+45	— 31	+56	+ 39	+16
	Éclipse totale du 31 décembre 1861.					
C. T.	— 85. 0	+19.46	— 28.44	+ 8.54	+ 22. 5	+37.38
N. A.	— 85. 1	+19 49	— 28.44	+ 8.57	+ 22. 5	+37.39
B. J.	— 85. 0	+19 46	— 28.44	+ 8.53	+ 22. 5	+37.36
Moy.	— 85. 0	+19.47	— 28.44	+ 8.55	+ 22. 5	+37.38
C. O.	— 85	+19	— 29	+ 9	+ 22	+37

	L'éclipse centr. commence au lever du Soleil.		L'éclipse est centrale à midi vrai.		L'éclipse centrale finit au coucher du Soleil.	
	Longitude de Greenwich.	Latitude.	Longitude de Greenwich.	Latitude.	Longitude de Greenwich.	Latitude.
	Éclipse annulaire du 6 mars 1867.					
	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
C. T.	— 32.22	+33.25	+ 29 40	+48.22	+ 94.54	+67. 6
N. A	— 32.21	+33 25	+ 29.40	+48 21	+ 94.55	+67. 8
B. J.	—32.17 (1)	+33.20	+ 29.39	+48 14	+ 94.52	+67. 2
Moy.	— 32.20	+33.23	+ 29.40	+48 19	+ 94.54	+67. 5
C. O.	— 32	+33	+ 30	+48	+ 95	+67
	Éclipse totale du 22 décembre 1870.					
C. T.	— 43.44	+56.12	— 5. 2	+36.28	+ 40.56	+48. 2
N. A.	— 43.45	+56 11	— 5. 1	+36.28	+ 40.55	+48. 3
B. J.	— 43.57	+56. 4	— 5, 1	+36 17	+ 41. 2	+47.47
Moy.	— 43.49	+56 9	— 5. 1	+36 24	+ 40.58	+47.57
C. O.	— 44	+56	— 5	+36	+ 41	+48
	Éclipse totale du 29 juillet 1878.					
C. T.	+116 44	+53.52	—139 10	+60.30	— 69.58	+17. 0
N. A.	+117.42	+54.14	—139 10	+60 27	— 69.16	+17.17
B. J.	+116.40	+54. 3	—139.10	+60 29	— 69.17	+17.19
Moy.	+117. 2	+54 3	—139.10	+60 29	— 69.30	+17.12
C. O.	+118	+54	—139	+60	— 70	+18
	Éclipse annulaire du 19 juillet 1879.					
C. T.	— 20.16	+ 7.31	+ 44.13	+12.19	+ 98.44	—23.30
N. A.	— 19 46	+ 7.44	+ 44.13	+12.18	+ 98.16	—23.18
B. J.	— 20.16	+ 7.33	+ 44.13	+12 19	+ 98.44	—23.29
Moy.	— 20. 6	+ 7.36	+ 44.13	+12.19	+ 98.35	—23.26
C. O.	— 20	+ 8	+ 44	+12	+ 98	—23
	Éclipse totale du 17 mai 1882.					
C. T.	— 3.35	+10.23	+ 63.46	+38.48	+139.31	+25.14
N. A.	— 3. 7	+10.39	+ 63.46	+38.48	+138.56	+25.30
B. J.	— 3.36	+10.25	+ 63 46	+38.48	+139.31	+25 16
Moy.	— 3.26	+10.29	+ 63.46	+38.48	+139.19	+25.20
C. O.	— 3	+11	+ 63	+39	+139	+25

(1) Le *Berliner Jahrbuch* donne —34° 17′, ce qui est évidemment une faute d'impression.

	L'éclipse centr. commence au lever du Soleil.		L'éclipse est centrale à midi vrai.		L'éclipse centrale finit au coucher du Soleil.	
	Longitude de Greenwich.	Latitude.	Longitude de Greenwich.	Latitude.	Longitude de Greenwich.	Latitude.
	Éclipse totale du 19 août 1887.					
	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
C. T.	+ 10.26	+51.26	+102. 1	+53.48	+174. 5	+24.19
N. A.	+ 11.25	+51.38	+102. 0	+53.47	+173.32	+24.34
B. J.	+ 10.26	+51.28	+102. 1	+53.49	+174. 6	+24.20
Moy.	+ 10.46	+51.31	+102. 1	+53.48	+173.54	+24.24
C. O.	+ 12	+51	+102	+53	+173	+24
	Éclipse annulaire du 17 juin 1890					
C. T.	— 32.57	+ 4.52	+ 30.31	+36.41	+101.56	+18.29
N. A.	— 32.30	+ 5. 8	+ 30.31	+36.41	+101.25	+18.46
B. J.	— 32.58	+ 4 54	+ 30.31	+36.41	+101.57	+18.31
Moy.	— 32.48	+ 4.58	+ 30.31	+36.41	+101.46	+18.35
C. O.	— 33	+ 5	+ 30	+36	+101	+19

On le voit, les trois points du Canon s'accordent fort bien avec ces trois éphémérides. Sur les 78 cas comparés, il y en a 54 où la différence n'atteint pas un demi-degré, 23 où elle reste au-dessous d'un degré, et un seul (19 août 1887), où elle dépasse légèrement un degré ; pour celui-ci, le calcul avait donné + 11°30′,9 pour la longitude du point au lever, donc presque la valeur du *Nautical ;* mais comme 11°30′ était dépassé, on a dû mettre 12° dans le Canon. Sur 78 cas examinés, l'écart du Canon dépasse donc une seule fois une unité du dernier ordre : c'est là une concordance à laquelle on ne pouvait pas même s'attendre, la réfraction et l'aplatissement ayant été négligés.

Voyons maintenant la carte de M. Flammarion et ses courbes tracées d'après certaines observations, et désignons par *point réel* ou par *réalité* le point marqué suivant les données des éphémérides. Nous aurons :

Éclipse totale du 8 juillet 1842.

Les points du lever s'accordent ; le point midi Flammarion est encore plus au sud de la réalité que le point Oppolzer, mais la différence n'est pas grande. Passons.

Éclipse annulaire du 9 *octobre* 1847.

Même remarque que pour la précédente éclipse; nous ne nous arrêtons pas à de si petites différences, car nous en verrons bientôt d'autres. Remarquons seulement que M. Flammarion dit, à propos de ces deux courbes, que la distance s'élève à 180^{km}, tandis que, pour les courbes du 15 mars 1858, la distance, qui d'après la carte semble bien plus grande, n'est selon lui que de 120^{km}. Notons encore que 111^{km} font 1°, donc *une* unité du dernier ordre conservé dans le Canon pour les trois points.

Éclipse annulaire du 28 *juillet* 1851.

Comparé aux éphémérides, le point midi Flammarion est de 2° trop au sud (nous ne voulons pas agrandir les nombres en les transformant en kilomètres). Il n'est pas étonnant que les courbes ne s'accordent pas. Il serait intéressant de savoir sur quelle observation du Groënland ce point repose.

Éclipse annulaire du 15 *mars* 1858.

Points et courbes s'accordent assez bien.

Éclipse totale du 18 *juillet* 1860.

Le point midi Flammarion est à une latitude de 52°, au lieu de 56° comme le demandent les éphémérides. En outre, les deux points sont trop à l'ouest, de sorte que le point Flammarion s'éloigne de plus de 5° de la réalité! Voilà encore une observation qu'il serait intéressant de connaître. Le point Oppolzer pour le coucher est marqué trop au nord.

Éclipse totale du 31 *décembre* 1861.

Voilà une éclipse à propos de laquelle M. Flammarion a vraiment joué de malheur : d'abord, elle est marquée sur sa carte " 17 juin 1890 " (1); puis, au lieu d'être à la latitude de 9° comme le demandent les éphémérides, le point midi Flammarion est à

(1) M. le professeur Pasquier me fait remarquer que l'échange d'éclipses dont il est ici question a été rectifié par M. Flammarion lui-même dans l'*Astronomie*, n° d'oct. 1888.

une latitude de plus de 14°! Inutile de dire que la courbe Oppolzer et cette " réalité „ ne s'accordent pas.

Éclipse annulaire du 6 mars 1867.

Cette courbe est un exemple de l'influence de la courbure ; les trois points s'accordent à peu près ; mais, entre le lever et le midi, la courbure est beaucoup plus forte et, entre le midi et le coucher, beaucoup moins forte que celle de l'arc de cercle.

Éclipse totale du 22 décembre 1870.

La divergence n'est pas grande.

Éclipse totale du 29 juillet 1878 et éclipse annulaire du 19 juillet 1879.

Pas d'observations.

Éclipse totale du 17 mai 1882.

C'est l'éclipse qui, sur la carte de M. Flammarion, est uniquement désignée par le chiffre " 17 „, sans indication du mois ni de l'année. Le point midi Flammarion est trop au sud.

Éclipse totale du 19 août 1887.

Pas d'observations.

Éclipse annulaire du 17 juin 1890.

C'est l'éclipse que M. Flammarion a permutée sur sa carte avec celle du 31 décembre 1861 (1). Elle a été tout aussi malheureuse : comparé aux éphémérides, le point lever Flammarion se trouve à peu près 3° trop au sud et 3° trop à l'est. Il n'est donc pas étonnant que les courbes ne s'accordent pas ; seulement, il paraît que la faute n'en est pas au Canon.

En résumé, les trois points Oppolzer s'accordent toujours fort bien avec les éphémérides, et, quand ils ne s'accordent pas avec les points de M. Flammarion, ce sont ces derniers qui s'écartent

(1) Voir la note précédente.

des données fournies par les éphémérides. Ainsi, pas d'objections à faire au Canon concernant le calcul des trois points. Quant aux arcs de cercle tracés par Oppolzer, personne n'a jamais pensé qu'ils se confondraient avec la ligne de centralité ; nous n'hésitons donc pas à souscrire à la *conclusion* de M. Flammarion : " Les éclipses du XIXe siècle que nous venons de comparer ne sont, comme on le voit, qu'approximatives ; on peut craindre qu'il n'en soit de même d'un grand nombre des autres. „ Ici nous partageons la crainte de M. Flammarion : d'après la préface même du Canon, toutes les courbes, sans exception, sont simplement approximatives.

Dans la même séance du 6 juin 1888 de la Société astronomique de France, M. Flammarion, non content de critiquer le *Canon des éclipses,* a déconseillé aux historiens de s'en servir (1).

A ce propos, nous lisons aussi dans le n° 139 du mois d'août de l'*Observatory* l'entrefilet suivant : " M. Flammarion read a paper on the solar eclipses of the 19th century, in which he showed the discordance between Oppolzer's Charts and the results of observation. In answer to a remark of M. Oppert, he said he should not advise historians to rely upon these Charts in their investigations. „

Sans aucun doute, ce n'est pas exclusivement sur les cartes que les historiens doivent baser leurs recherches : si cela suffisait, on aurait pu s'épargner l'impression des 376 pages de nombres contenus dans le Canon et qui, évidemment, doivent aussi avoir un but. Peut-être ne sera-t-il pas inutile de dire ici comment, en fait, on doit se servir du Canon dans les questions historiques. Supposons que l'on cherche une éclipse pour une certaine époque. On utilise d'abord les cartes, qui fournissent toutes les éclipses passant près du lieu considéré (dans cette recherche, on ne doit pas se contenter, bien entendu, d'un écart d'un demi-degré ; il faut aller jusqu'à une dizaine de degrés au moins). En opérant de la sorte, on aura écarté toutes les éclipses visibles seulement dans d'autres parties de la Terre. Les éclipses qu'on aura conservées comme possibles seront ensuite calculées d'après les formules rigoureuses, ou, ce qui d'ordinaire est bien suffisant, en se basant sur mes *Tafeln zur Berechnung der nähern Umstände der Sonnenfinsternisse* (Denkschriften der Wiener Akademie, Band LI). Ces Tables fournissent, avec très peu de calcul, les données nécessaires, et elles ont été spécialement con-

(1) *Astronomie,* juillet 1888, p. 265.

struites pour servir de supplément au Canon. On obtient ainsi, sans travail, une approximation déjà très grande ; il ne restera plus, pour se fixer définitivement, qu'une ou deux éclipses à calculer d'après les formules exactes. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue l'incertitude qui provient encore de l'imperfection de nos connaissances touchant la théorie de la Lune ; il ne faut pas oublier, en d'autres termes (et nous avons montré qu'Oppolzer l'a dit dans sa préface) que, plus on remonte dans l'antiquité, plus les résultats perdent de leur exactitude absolue. Tout au commencement du Canon, vers l'an 1200 avant notre ère, l'incertitude dont il s'agit dépasse légèrement une heure pour l'époque du milieu de l'éclipse. On peut d'ailleurs réduire un peu cette incertitude en se servant des corrections de Ginzel, dont la détermination a été effectuée sous les yeux et sous la surveillance même d'Oppolzer. Des Tables, que j'ai construites, ayant pour objet d'appliquer ces corrections d'une manière fort commode paraîtront probablement dans le prochain volume des *Denkschriften der Wiener Akademie.*

En résumé, quand on veut faire usage du Canon, on emploie les cartes pour déterminer le choix des éclipses, puis le calcul pour les recherches ultérieures. Le Canon contient tout ce dont on peut avoir besoin pour les recherches historiques, et il le contient aussi rigoureusement calculé que nos connaissances le permettent aujourd'hui. C'est une œuvre inestimable, mais, pour en apprécier la valeur, il faut savoir s'en servir.

Dr Robert Schram,
Privat-docent à l'université de Vienne.

Vienne, nov. 1888.

BIBLIOGRAPHIE

I

Précis de minéralogie par A. de Lapparent, etc. ; avec 835 gravures dans le texte et une planche chromolithographiée. Paris 1889.

Ce livre est un abrégé du *Cours de minéralogie* publié en 1884 par le savant auteur. Le plan suivi est le même dans les deux ouvrages. Le *Précis* d'ailleurs ne représente guère pour l'étendue que la moitié du *Cours*. Il n'en constitue pas moins un exposé très sérieux de la science minérale, où l'on trouve une description précise et suffisamment détaillée de toutes les espèces importantes, souvent accompagnée de dessins concernant les formes de cristaux les plus caractéristiques.

La première partie, minéralogie générale, traite de la cristallographie, qui y est envisagée dans le même esprit que dans le grand *Cours*. Ce sont les considérations de Bravais complétées par les belles recherches de M. Mallard qui servent de base à la doctrine des cristaux. M. de Lapparent prend à tâche de faire entendre à des commençants cette doctrine des assemblages réticulaires qui embrasse tous les faits de l'observation avec autant d'élégance que de rigueur. L'intelligence d'une théorie aussi savante n'est pas chose aisée pour des lecteurs qui ne sont pas très familiarisés avec les idées géométriques. Il nous paraît néanmoins que M. de Lapparent leur en rend la compréhension beaucoup plus facile qu'on n'eût pu s'y attendre. Il s'exprime

avec simplicité, réduit l'élément mathématique au strict nécessaire. Un choix judicieux des figures contribue aussi à l'intelligence de la doctrine. Ainsi, par exemple, nous avons été frappe de la page où sont exposés les phénomènes de l'hémiédrie d'après les notions de Bravais. On ne saurait mieux enseigner avec clarté une doctrine de la plus grande importance au point de vue de la structure moléculaire et cristalline. La théorie des assemblages réticulaires une fois saisie, on s'oriente parfaitement dans les divers modes de groupements dont on trouve l'analyse succincte, mais très nette, aux pages 112-123. On y trouve également la justification de ces rapports intimes et si remarquables que l'observation et l'expérience constatent entre la symétrie cristalline et les diverses propriétés physiques. Ces rapports, M. de Lapparent les met en lumière dans cet ouvrage en moins de pages, mais avec autant de force, que dans son grand traité.

Le livre est terminé par un lexique très complet des noms d'espèces et de variétés usités en minéralogie. Ce lexique est même plus complet que celui qu'on trouve à la fin du *Cours de minéralogie* paru en 1884, parce qu'il est mis au courant de la science jusqu'à l'année 1888 inclusivement. Le nouvel ouvrage comprend aussi sous le titre : *Recueil d'indications pratiques pour la détermination des cristaux et des espèces caractéristiques*, une suite de listes numérotées dans lesquelles les principaux minéraux sont rangés d'après tel ou tel caractère important qui les fait reconnaître. Ils sont rangés ainsi d'après chaque système cristallin et d'après les formes principales dans chaque système; d'après les macles; d'après la couleur ; d'après certaines particularités de texture (en paillettes, en fibres, en baguettes, etc.); d'après la couleur de la raclure ou de la poussière, etc. Cet appendice constitue la partie la plus neuve du *Précis de minéralogie*, et, en le publiant, M. de Lapparent rend un grand service à l'enseignement pratique des sciences minérales. Lui-même a été amené à le rédiger pour faciliter à ses propres élèves la reconnaissance des espèces dans les collections ou dans la nature. On y sent l'expérience du professeur. Dans ces derniers temps, nous-même avons mis ce recueil d'indications minéralogiques dans les mains d'un élève en doctorat, qui s'exerçait à l'observation dans la collection minérale de l'université de Louvain, et il nous a déclaré qu'il s'en était servi avec le plus grand avantage. C'est pourquoi le *Recueil d'indications* nous paraît très digne d'être connu, et nous le recommandons aux professeurs comme aux élèves.

C. de l. V. P.

II

Éléments de Trigonométrie plane et sphérique, à l'usage des élèves des cours professionnels, des candidats aux écoles spéciales des Universités et à l'École militaire de Bruxelles, par l'abbé E. Gelin, docteur en philosophie et en théologie, professeur de mathématiques supérieures au collège Saint-Quirin à Huy. Ouvrage couronné par l'Académie royale de Belgique. Namur, Wesmael-Charlier; Huy, chez l'auteur, 1888. Un volume in-8° de 252 pages.

Précis de Trigonométrie rectiligne, à l'usage des élèves des classes d'humanités et des candidats au diplôme de géomètre-arpenteur, par l'abbé E. Gelin. Ibid. 1888. Un volume in-8° de 66 pages.

Tous ceux qui ont eu l'occasion d'apprécier pratiquement les éminentes qualités du Traité d'arithmétique de M. Gelin, ont dû accueillir avec empressement le nouvel ouvrage publié par le savant professeur. Après que les juges les plus compétents avaient déclaré le premier le plus parfait écrit en langue française, on pouvait s'attendre à ce que le second soutînt dignement la réputation bien méritée de son auteur. Et, en effet, peu de temps après leur apparition, les Éléments de Trigonométrie furent couronnés par l'Académie royale de Belgique. Cette distinction éclatante est certes la meilleure recommandation.

Les Éléments de Trigonométrie, outre les chapitres qu'on trouve dans tous les bons traités, contiennent des questions entièrement nouvelles. Ils sont divisés en quatre livres.

Le premier, théorie générale des lignes trigonométriques, présente plusieurs chapitres remarquables, parmi lesquels je citerai surtout celui qui a rapport aux fonctions des arcs de 3° en 3°, où l'on rencontre, pour la première fois peut-être, les valeurs à dénominateurs rationnels des sécantes, des cosécantes, des tangentes et des cotangentes de ces arcs ; la vérification des identités trigonométriques, la construction et l'usage des tables trigonométriques. Je ne crois pas qu'on puisse être plus clair, ni plus méthodique. Cependant, en me mettant à un point de vue surtout pédagogique, je n'aperçois pas l'avantage que l'auteur trouve à définir les fonctions circulaires comme des lignes, d'autant plus qu'à la page suivante elles sont définies comme de simples rapports. Quoi de plus facile, et en même temps de plus

rationnel, que de renverser cette disposition ? L'élève aura dès le début une définition générale, applicable dans tous les cas. On pourra ensuite faire la convention de prendre généralement le rayon de l'arc comme unité de mesure, ce qui fera disparaître le dénominateur du rapport, et le sinus, par exemple, sera la mesure de la perpendiculaire abaissée de l'extrémité de l'arc sur le diamètre passant par l'origine, mesure pour laquelle on prend le rayon comme unité. En géométrie, on a déjà enseigné à l'élève que toute mesure est un nombre ; il en sera donc de même des fonctions trigonométriques. Dès lors, la question du rétablissement du rayon, dans les applications où cette dernière ligne n'est plus l'unité de mesure, n'étonnera pas et ne présentera plus guère de difficulté. Professeurs et examinateurs savent combien les considérations sur l'homogénéité des formules trigonométriques embarrassent les élèves lorsqu'ils n'ont pas été habitués, dès l'abord, à prendre les fonctions circulaires pour ce qu'elles sont en réalité. Je dirais volontiers, par exemple, que l'énoncé : " Dans tout triangle rectangle, chaque côté de l'angle droit est égal à l'hypoténuse multipliée par le sinus de l'angle opposé ", porte à tort le nom de théorème. C'est une simple conséquence de la définition du sinus, ou plutôt cette définition elle-même.

La considération des triangles semblables, que l'auteur est forcé d'employer pour arriver à la formule usuelle $b = a \sin B$, est donc au moins superflue. L'arc décrit entre les côtés de l'angle a bien, il est vrai, l'unité pour rayon ; mais, dans la proportion établie entre les côtés des triangles semblables, l'élève considérera tout naturellement sin B comme une ligne, puisqu'il remplace une ligne de la figure, et l'égalité finale $b = a \sin B$ ne manquera pas de l'étonner. Il me semble qu'on ne saurait être trop clair ni trop exact en établissant les principes d'une science.

Revenons au premier livre. A la page 13, on lit en note une remarque très importante qui mériterait certes d'être imprimée dans le texte : " Toute quantité positive ou négative peut être représentée par la tangente ou la cotangente d'un certain arc ". La plupart des élèves ne lisent guère les notes.

Les chapitres où l'on trouve les formules relatives à l'addition, à la multiplication et à la division des arcs sont parfaitement traités. J'en dirais autant du § 16, si l'auteur, non content de développer plusieurs exemples de formules à rendre calculables par logarithmes, avait indiqué quelques procédés plus ou moins

généraux qui permettent d'effectuer ces transformations assez embarrassantes pour les commençants.

Ce qui est surtout important, c'est la résolution des équations trigonométriques. Outre les équations tout à fait classiques, M. Gelin donne plusieurs formes intéressantes que l'élève rencontrera plus tard dans ses études; mais est-il avantageux de proposer immédiatement des systèmes à plusieurs inconnues? Ceux qu'on trouve dans ce chapitre ne sont pas, il est vrai, bien difficiles à résoudre; ils ne laissent pas cependant que d'effrayer au premier abord. Une marche plus graduelle me paraît préférable : d'abord quelques équations à une inconnue, dans lesquelles il n'y aurait que des fonctions d'un seul arc; ensuite des fonctions de multiples d'un même arc, et enfin les systèmes à plusieurs inconnues. Dans un traité élémentaire, il ne peut évidemment être question de la résolution générale des équations trigonométriques. Cependant il ne serait pas difficile d'indiquer une méthode à peu près uniforme, que l'élève suivra ordinairement. Il sera conduit parfois, il est vrai, à des équations de degré supérieur au second, qu'il aurait pu éviter par l'emploi d'artifices particuliers; mais ce calcul par artifices ne forme guère au raisonnement, il fait souvent perdre beaucoup de temps, et dégoûte parfois des mathématiques.

Dans la résolution des équations, surtout des équations trigonométriques, on ne saurait trop attirer l'attention sur la discussion des racines obtenues; car presque toujours il a fallu, soit diviser, soit multiplier l'équation ou une de ses transformées par une fonction de l'inconnue. A ce point de vue, il me semble que le chapitre relatif à la résolution des équations gagnerait à être traité avec plus de détails.

La Trigonométrie rectiligne proprement dite fait l'objet du livre II. Cette partie a été soignée tout particulièrement. Outre la résolution des triangles dans les cas où les éléments donnés sont pris uniquement parmi les côtés et les angles, elle comprend un grand nombre de relations intéressantes entre les angles d'un triangle, ainsi que les formules relatives aux cercles inscrit, circonscrit et ex-inscrits. Les exemples de résolution des triangles, lorsque les données ne sont pas toutes des côtés ou des angles, sont très bien choisis. Les deux chapitres suivants sont consacrés au quadrilatère, et en particulier au quadrilatère inscriptible et au trapèze. On y rencontre un grand nombre de relations entre les éléments de ces figures. Le reste du livre comprend les applications usuelles de la Trigonométrie à la mesure

des hauteurs et des distances. Il convient de remarquer le chapitre relatif aux opérations géodésiques, avec des applications numériques empruntées aux calculs de Picard pour la mesure du méridien entre Paris et Amiens, et à la Géodésie d'Éthiopie de M. d'Abbadie.

Au livre III, la Trigonométrie sphérique est exposée avec beaucoup de clarté dans toutes ses parties : relations entre les côtés et les angles d'un triangle sphérique, résolution des triangles sphériques rectangles et obliquangles, expressions diverses de l'excès sphérique; cercles inscrit, circonscrit et ex-inscrits à un triangle sphérique. Les *Questions diverses*, qui terminent ce livre, sont, presque toutes, d'une grande utilité en géométrie, en géographie, etc.

Le livre IV est bien fait pour donner aux étudiants une idée de ce qu'on pourrait appeler la Trigonométrie supérieure. Dans le premier chapitre, M. Gelin expose d'une manière facile et claire les principes de la méthode si féconde des projections, et en fait l'application à la démonstration générale des valeurs de $\sin(a \pm b)$, de $\cos(a \pm b)$, et de la relation fondamentale de la Trigonométrie sphérique. Viennent ensuite la sommation des sinus et des cosinus d'arcs en progression par différence, et quelques questions de maxima et de minima. J'aurais voulu rencontrer ici un chapitre sur la résolution des problèmes par la Trigonométrie, qui fait partie du programme des examens d'entrée aux écoles spéciales et à l'École militaire de Bruxelles. Il suffit de parcourir les questions posées à ces examens pour voir combien de problèmes de ce genre sont demandés. Nous trouvons encore les sujets suivants : valeurs limites de certaines fonctions trigonométriques; réduction des expressions imaginaires à la forme $\rho(\cos\alpha + i\sin\alpha)$; formule de Moivre; formules générales relatives à l'addition et à la multiplication des arcs; $\sin ma$ et $\cos ma$ en fonction des sinus et des cosinus des multiples de a; division des arcs; équations binômes; théorèmes de Moivre et de Côtes; des polygones réguliers en général, et du polygone régulier à dix-sept côtés; résolution trigonométrique de l'équation du 3e degré, simplifiée par l'auteur dans le cas d'une racine réelle et de deux racines imaginaires; moyen de déduire les formules de la Trigonométrie rectiligne de celles de la Trigonométrie sphérique; enfin, plusieurs questions de Trigonométrie, parmi lesquelles je signalerai la détermination des points de Brocard.

Nous voudrions voir, à la fin de chacun de ces livres, une série d'exercices gradués. L'auteur nous les donnera peut-être dans

les éditions suivantes, qui, nous osons le prédire, seront bientôt nécessaires.

Citons, en terminant, le jugement porté sur ce traité, au nom de l'Académie royale de Belgique : L'auteur, disait le rapport de M. Catalan, " sait beaucoup, expose simplement, écrit bien. On ne trouverait pas en Belgique un traité comparable au sien (1) ", et ajoutons que son introduction dans les cours scientifiques constituera un véritable progrès.

Le *Précis de Trigonométrie rectiligne* reproduit les principales parties des deux premiers livres des *Éléments*. Ce livre conviendrait très bien aux élèves des classes d'humanités, qui n'ont pas besoin d'un cours plus étendu.

A. De Ceuster, S. J.

III

Cours d'analyse de l'École polytechnique, par Ch. Sturm, membre de l'Institut ; revu et corrigé par E. Prouhet, répétiteur d'analyse à l'École polytechnique, et augmenté de la Théorie élémentaire des fonctions elliptiques, par H. Laurent. Neuvième édition, revue et mise au courant du nouveau programme de la licence, par A. de Saint-Germain, professeur à la Faculté des sciences de Caen. 2 vol. in-8° de xxxii-563 et 657 pages. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1888.

Nous n'avons pas l'intention de donner ici l'analyse d'un ouvrage aussi connu, aussi répandu, aussi universellement estimé que le *Cours d'analyse* de Sturm. Huit éditions complètement épuisées disent assez de quel prix est ce livre pour les personnes qui étudient les mathématiques. Ce chiffre, à lui seul, est assurément plus éloquent que toutes les appréciations, voire les plus laudatives, qui pourraient être portées sur l'ouvrage. Mais nous tenons à signaler à ceux des lecteurs de la *Revue* qu'intéresse le sujet quelques améliorations importantes qui ont été introduites dans cette nouvelle édition et viennent encore ajouter à la valeur, déjà si grande, du Cours de Sturm. Ce Cours se recommande surtout, on le sait, par des qualités de

(1) *Mathesis*, oct. 1888.

clarté et de simplicité qui ont rapidement fondé sa bonne renommée. Mais, depuis sa première publication qui remonte à l'année 1857, la science a marché, et, avec elle, les exigences de l'enseignement. Déjà dans les dernières éditions de l'ouvrage figurait en appendice une théorie élémentaire des fonctions elliptiques que M. Laurent avait rédigée pour les lecteurs des *Nouvelles Annales de Mathématiques*. Cet appendice, de cent quatre-vingts pages, qui, outre les propriétés essentielles des fonctions elliptiques présentées avec méthode, renferme les notions fondamentales sur la théorie générale des fonctions, est d'une lecture à la fois facile et substantielle; mais, déjà, il donne lieu à la même remarque que le Cours de Sturm : la science a marché depuis sa rédaction ; les admirables travaux de M. Weierstrass et de ses disciples, immortalisés en France par le superbe traité de M. Halphen, sont venus renouveler la face de la théorie des fonctions elliptiques, et un exposé même élémentaire, sans négliger l'ancienne théorie, doit en outre, à notre avis, donner une place aux principes généraux de la théorie moderne (1).

Mais ce n'était pas assez de l'appendice, d'ailleurs si utile, dû à la plume de M. Laurent. Un savant professeur de la Faculté de Caen, connu à la fois par d'estimables travaux et de précieuses publications didactiques, M. de Saint-Germain, vient encore de doter l'ouvrage de Sturm d'importantes additions, et l'a, par la même occasion, légèrement remanié dans son ensemble, tout en respectant la pensée dominante de l'illustre auteur. De cette façon, l'ouvrage se trouve rajeuni, mis au courant des plus récents perfectionnements introduits dans l'exposition de certaines théories de l'analyse, sans rien perdre de ses qualités primitives. L'œuvre de revision, entreprise par M. de Saint-Germain, a d'ailleurs été conduite par son auteur avec la plus louable discrétion. Ce géomètre distingué s'est fait scrupule de laisser dans le livre de Sturm des traces trop apparentes de sa contribution personnelle. Le bibliographe serait même astreint à une besogne assez ardue, s'il les lui fallait découvrir par la simple comparaison de l'édition nouvelle avec les précédentes; mais M. de Saint-Germain a eu soin d'indiquer, dans son avertissement, les points principaux sur lesquels a porté son travail. Nous

(1) A cet égard, on ne saurait trop recommander l'excellent *Cours sur les fonctions elliptiques* de M. le comte de Sparre, paru en 1886 et 1887 dans les Annales de la Société scientifique de Bruxelles.

ne croyons pouvoir mieux faire que de citer à cet égard les lignes suivantes :

" La plus grosse modification consiste dans le remplacement de la leçon sur la question, purement algébrique, des équations binômes par une leçon nouvelle qui contient le développement d'un chapitre sur l'élimination des fonctions arbitraires, emprunté à une autre leçon de l'ancien texte, et la théorie du changement de variables quand il y en a plusieurs d'indépendantes. A une démonstration assez pénible de la série de Taylor, j'ai substitué l'élégante démonstration de M. Rouché, en rappelant la démonstration si générale que M. Bonnet a donnée du théorème de Rolle. J'ai dû compléter la leçon sur les imaginaires par des développements sur la définition et les propriétés des fonctions e^z, $\sin z$, $\cos z$, $l\,z$, z^m. La solution des problèmes élémentaires sur le plan tangent est remplacée par des notions sur les surfaces enveloppes ; un paragraphe est consacré au changement de variables dans les intégrales doubles. Enfin, la leçon sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre a été refondue et accrue de la théorie des équations aux différentielles totales et des équations non linéaires aux dérivées partielles, dans le cas de deux variables indépendantes. "

Quant aux additions qui sont l'œuvre exclusivement personnelle de M. de Saint-Germain, elles fournissent la matière de quatre leçons complémentaires.

La première a trait aux courbes à double courbure. C'est une étude analytique élégante et très suffisamment complète des éléments fondamentaux liés aux courbes gauches, étude qui comprend, cela va sans dire, les classiques formules de Serret. L'auteur n'a pas craint d'y faire intervenir quelques considérations de pure géométrie dont il a tiré le plus heureux parti, notamment à propos de la théorie des développées.

Dans la deuxième leçon complémentaire, consacrée à l'intégration de quelques différentielles algébriques, on trouve d'abord une étude intéressante sur les différentielles qui dépendent des courbes unicursales, c'est-à-dire dans lesquelles entrent deux variables liées par une équation algébrique et entière de genre zéro. A ce propos, M. de Saint-Germain expose les propriétés essentielles des courbes unicursales. Son but est, au fond, de donner le moyen de reconnaître qu'une équation algébrique et entière entre deux variables est de genre zéro et, dans ce cas, d'exprimer ces deux variables rationnellement en fonction d'un même paramètre. L'auteur montre ensuite comment s'introdui-

sent en analyse les intégrales elliptiques, en faisant ressortir le nombre de transcendantes distinctes auxquelles elles se ramènent. C'est là un point d'un grand intérêt. Nous ne nous rappelons pas l'avoir vu plus heureusement traiter.

La troisième leçon complémentaire est un exposé analytique très clair des propriétés générales des surfaces courbes.

La quatrième est réservée à la théorie des séries de Lagrange et de Fourier, traitée avec une parfaite rigueur.

M. de Saint-Germain a également doté les deux volumes de recueils d'énoncés d'exercices empruntés les uns au livre bien connu de M. Tisserand, les autres aux compositions de licence.

Nous rappellerons en terminant que l'ouvrage est complété par des Notes intéressantes, dues à MM. Catalan, Despeyrous, Brassinne et Prouhet, et qu'il renferme, sous le titre de *Table des définitions, des propositions et des formules principales,* un précieux résumé des matières qui y sont traitées. Cette table, qui n'occupe pas moins de soixante-douze pages dans le premier volume et de quarante-six dans le second, ne constitue pas, selon nous, le moindre mérite du Cours de Sturm. Elle met bien en évidence les grandes lignes du livre, et prête une aide non moins efficace au maître qui prépare ses leçons qu'à l'étudiant qui cherche à s'assimiler les principes de la science. C'est, en outre, l'aide-mémoire le plus commode et le plus complet que puissent avoir à consulter ceux qui ont à faire des applications courantes de l'analyse.

Après la rénovation que vient de lui faire subir M. de Saint-Germain, le Cours de Sturm est en mesure de répondre à toutes les exigences de l'enseignement actuel, particulièrement en ce qui concerne la préparation de l'examen de licence. C'est donc une nouvelle carrière, que nous ne prévoyons pas moins brillante que la précédente, qui s'ouvre devant cet excellent livre, une des œuvres classiques les plus justement renommées de la riche collection de la maison Gauthier-Villars.

M. d'Ocagne.

IV

Géologie appliquée a l'art de l'ingénieur (1), par E. Nivoit, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École nationale des ponts et chaussées. 2 vol. in-8° de 606 et 649 pages. Paris, Baudry et Cie ; même maison à Liège, 1887 et 1889.

Avant d'analyser sommairement ce livre, qui est très bien fait et qui mérite beaucoup d'éloges, nous ferons une petite observation au sujet de son titre. *Géologie appliquée*, est-ce bien le terme qui convient? On voit sans doute la raison déterminante du choix de ce titre : le livre est écrit en vue des ingénieurs; il fait partie de l'*Encyclopédie des travaux publics;* il était nécessaire que son caractère spécial fût mis en lumière par la rubrique; cela va de soi. Mais, c'est le mot " *appliquée* „ dont l'emploi ne nous semble pas absolument rationnel. Qu'est-ce, en somme, qu'une science appliquée? C'est, si nous ne nous trompons, l'ensemble des procédés déduits, en vue de certains usages pratiques, des principes d'une science donnée. Or, est-ce ici le cas? Nous ne le croyons pas. Le livre de M. Nivoit est bel et bien un Traité de géologie pure, où sont exposés les principes mêmes de la science. Est-ce donc à dire que le livre manque son but? Non point. Il est bien ce qu'il doit être, et ne saurait même l'être mieux ; mais c'est que ce ne sont pas certains procédés dérivés de certains principes, comme nous le disions plus haut, que l'ingénieur a besoin de connaître en fait de géologie, c'est la science même; et voilà pourquoi un Traité de géologie écrit pour les ingénieurs, comme celui-ci, n'est pas un Traité de géologie *appliquée.* La géologie appliquée, à la vérité, n'existe pas, ou plutôt les applications pratiques de ses principes se lient si intimement à ceux-ci qu'elles ne sauraient en être séparées.

Pourtant un Traité de géologie s'adressant à des ingénieurs devra forcément différer d'un Traité de géologie générale, écrit sans objectif particulier : toutes les parties de la science n'intéressent pas au même degré les ingénieurs, au point de vue de leur art, s'entend. La *géognosie*, ou description de l'écorce terrestre, aura pour eux beaucoup plus d'importance que la *géogénie*, ou théorie de la formation du globe. En outre, certaines connaissances qu'un Traité de géologie générale suppose à ses

(1) Ouvrage faisant partie de l'*Encyclopédie des travaux publics.*

lecteurs, celle de la minéralogie par exemple, devront pour eux se trouver jointes à la géologie proprement dite. De là un programme tout particulier auquel doit s'astreindre l'auteur qui s'adresse au public des ingénieurs. C'est ce programme qui est suivi dans le cours de géologie professé avec tant de distinction à l'École des ponts et chaussées par M. l'ingénieur en chef Nivoit. Le livre actuel n'est que le développement de ce cours. Mais il ne faudrait pas inférer de là que ce *Traité de géologie à l'usage des ingénieurs* (ce serait là, pour nous, son véritable titre) n'est propre à intéresser que ceux-ci. S'il donne une plus grande extension aux théories qui leur importent davantage, il ne reste pas muet, tant s'en faut, sur les autres parties de la science; aussi peut-il amplement servir de guide à toutes les personnes qui ont le goût des études géologiques. Nous dirons, pour résumer ce qui précède, que le livre de M. Nivoit est un Traité de géologie où toutes les parties qui intéressent spécialement les ingénieurs ont reçu un développement plus considérable que les autres. Cela dit, procédons à un examen rapide de l'ouvrage. Il est en deux volumes. Le premier volume comprend toutes les connaissances préliminaires, pour ainsi dire, à celle de la géologie proprement dite; le second est consacré à celle-ci.

Les connaissances préliminaires dont nous voulons parler sont celles qui se rattachent aux phénomènes géologiques actuels, aux phénomènes géologiques anciens, aux minéraux *(minéralogie)*, aux roches *(lithologie* ou *pétrographie)*, aux fossiles *(paléontologie)*; à chacune de ces études correspond une section du premier volume. Le second, nous le répétons, ne traite que du mode d'arrangement des roches, de leur distribution à la surface de la terre, c'est-à-dire de la géologie proprement dite ou *stratigraphie*.

Cette classification est, on le voit, parfaitement nette. M. Nivoit en a développé les diverses parties avec une admirable clarté d'exposition et sans aucune négligence de détail. Comme il le reconnaît loyalement dans son avant-propos, il a fait, surtout en ce qui concerne les phénomènes géologiques et la stratigraphie, de larges emprunts à l'excellent *Traité de géologie* de M. de Lapparent. On ne saurait évidemment lui en faire un reproche. Ajoutons qu'il possède, comme cet éminent auteur, des qualités d'écrivain auxquelles le lecteur ne saurait être insensible et qui sont un charme de plus pour l'exposition d'une science déjà si attachante par elle-même.

M. Nivoit a dû, d'après ce que nous avons dit plus haut,

n'accorder qu'une place un peu restreinte à la partie purement théorique, à la géogénie. S'il avait voulu s'aventurer sur le domaine de la spéculation, il se serait trouvé amené à examiner les nombreuses hypothèses, plus ou moins fondées (n'en déplaise à certains esprits trop absolus), que l'on a imaginées pour expliquer les phénomènes qui se sont déroulés à travers les âges géologiques; étant donné le but qu'il se proposait, c'eût été aller trop loin.

Pourtant, sans s'étendre sur ce sujet, il s'est gardé de le passer complètement sous silence et n'a point manqué, à l'occasion, usant du droit qu'ont tous ceux qui écrivent sur la matière, de signaler les hypothèses qui, à ses yeux, sont les plus plausibles. C'est ainsi qu'il se prononce nettement en faveur de la vieille théorie de la chaleur centrale. Pour lui et pour bien d'autres, c'est celle qui rend encore, dans l'état actuel de la science, le compte le plus exact de tous les phénomènes d'origine interne (volcans, sources thermales, tremblements de terre, augmentation de la température avec la profondeur, etc., etc.), et il n'estime point qu'on lui ait opposé jusqu'à ce jour d'objection bien sérieuse. Le principe qui tendrait à faire croire à l'existence d'un noyau central consolidé, à savoir que les roches fondues se solidifient à partir de leur centre lorsqu'elles sont soumises à une forte pression, est, en effet, on le sait, mis en défaut par l'exemple des laves des volcans.

Pour le mode de formation des montagnes, l'auteur conserve la base essentielle de la théorie d'Élie de Beaumont, qui repose sur le principe du refroidissement continu de la terre; mais il n'admet pas ses idées sur les systèmes de montagnes, ni surtout sur le réseau pentagonal, qui dérivaient d'une extension abusive de la théorie. Ce réseau pentagonal n'a d'ailleurs guère plus d'intérêt aujourd'hui qu'à cause du bruit qu'il fit à une certaine époque dans la science. Au surplus, M. Nivoit ne semble pas attacher beaucoup plus d'importance à l'ingénieuse conception du système tétraédrique due à M. Lowthian Green, et popularisée par M. de Lapparent, et ne lui reconnaît que l'avantage de faire rentrer dans une formule simple, *en dehors de toute idée de causalité,* tout un ensemble de faits de géographie physique.

Il est digne de remarque que, pour la cristallographie, M. Nivoit a adopté la théorie de Bravais de préférence à celle d'Haüy, qui est pourtant plus répandue. Nous ne pouvons, pour notre part, qu'approuver ce choix; la première de ces théories nous semble beaucoup plus satisfaisante, en même temps que plus élégante, au point de vue géométrique, que la seconde.

Pour la formation de la houille, l'auteur accepte sans réserve les vues nouvelles introduites dans la science surtout par les travaux de MM. Grand'Eury et Fayol, et qui consistent, comme on sait, à considérer la houille comme un dépôt sédimentaire. Les arguments invoqués en faveur de cette théorie, sur lesquels nous n'avons pas à insister ici, semblent, en effet, très solides, et les objections qu'on lui a opposées ont été jusqu'ici victorieusement levées.

Dans cet examen rapide des opinions de notre auteur nous touchons maintenant à un point particulièrement délicat; nous voulons parler de la question si controversée et si passionnante de l'origine des espèces. Sur ce terrain mouvant, M. Nivoit ne s'aventure qu'avec la plus grande circonspection; son livre n'est pas une œuvre de polémique ; rien ne l'oblige à prendre nettement position dans l'un ou l'autre camp. Il se borne à résumer en quelques mots les deux doctrines qui sont en présence, celle des *créations successives* et celle du *transformisme*, et se retranche ensuite derrière la déclaration de neutralité formulée par M. Contejean et qui consiste à dire qu'en l'absence de faits précis, adopter l'une des deux hypothèses de préférence à l'autre, c'est faire acte de foi et non de raisonnement. Pourtant, il ne peut s'empêcher, à la suite, de laisser paraître quelque penchant pour la théorie du transformisme. Cette indication, fort discrète d'ailleurs, n'a rien, nous devons l'avouer, qui puisse nous offusquer. Sans prendre à notre tour parti dans la controverse, nous ferons remarquer que la croyance au transformisme entendu d'une certaine façon, limité à un certain point, n'a rien d'incompatible avec la foi, et que les idées chrétiennes ne sauraient en être scandalisées, qu'au surplus les exemples de conciliation des deux ordres d'idées ne nous feraient pas défaut et que, pour n'en citer qu'un, le savant membre de l'Institut qui occupe avec tant d'éclat la chaire de paléontologie au Muséum d'histoire naturelle de Paris, M. Gaudry, est, au su de tous, un croyant sincère en même temps qu'un évolutionniste convaincu.

Disons encore qu'avec MM. de Lapparent, de Saporta, etc..., M. Nivoit explique l'égalité climatérique des premières périodes géologiques par la dilatation du soleil, suivant l'hypothèse émise par le Dr Blandet ; mais il se sépare de M. de Lapparent sur la question du refroidissement de la période glaciaire, au sujet de laquelle il se range à l'opinion de ceux qui en cherchent la cause en dehors de notre globe.

Après ce résumé succinct des idées de notre auteur sur les

sujets aujourd'hui les plus controversés, nous nous appliquerons à faire ressortir en quelques mots les côtés plus particulièrement originaux de son ouvrage, c'est-à-dire ceux par lesquels il se recommande plus spécialement à l'attention des ingénieurs.

Et tout d'abord constatons que M. Nivoit a notablement développé la pétrographie, en insistant sur les caractères généraux des roches, considérées surtout au point de vue de l'art des constructions. Il y a là, pour les ingénieurs, une mine de précieux renseignements.

On sait que, depuis une trentaine d'années, l'étude microscopique des minéraux et des roches a fait de très grands progrès qui ont servi à fonder toute une branche nouvelle de la science, la *Minéralogie micrographique*. Il a paru à M. Nivoit que la classification à laquelle conduit cette étude est trop complexe et trop incertaine encore pour qu'il ait pu songer à l'adopter dans un ouvrage pratique ; aussi a-t-il préféré s'en tenir à la classification ancienne. Cela ne l'empêche pas toutefois de signaler, chaque fois qu'il en a l'occasion, les résultats auxquels sont arrivés les micrographes, et qui sont des plus intéressants.

Il fait ressortir avec raison l'utilité industrielle de la paléontologie, qui semblerait au premier abord ne devoir présenter d'intérêt qu'au point de vue spéculatif, et mentionne à ce propos la découverte de couches de houille dans le vallat de la Grand' Combe, découverte à laquelle MM. Zeiller et Grand' Eury ont été conduits par une étude attentive et raisonnée des fossiles du bassin houiller. C'est assurément là une des plus éclatantes victoires remportées par la théorie.

En ce qui concerne la stratigraphie, qui remplit, nous l'avons dit, tout le second volume, une remarque générale frappe d'abord l'attention du lecteur. M. Nivoit s'est efforcé, dans son exposé, de réagir contre la tendance, très accusée aujourd'hui qui consiste à subdiviser, pour ainsi dire à l'infini, les assises sédimentaires en zones fossilifères. Il est possible que l'on fasse ainsi progresser la science; mais il faut bien avouer qu'on la rend en même temps de moins en moins compréhensible, sinon pour les adeptes, du moins pour le commun des mortels. Cette tendance a dès lors le fâcheux résultat d'éloigner de la science bon nombre de gens qu'attire son incontestable séduction, mais qu'effraye l'appareil redoutable dont on s'efforce de l'entourer. La géologie a partagé jusqu'ici, avec l'astronomie descriptive, le précieux privilège d'être accessible aux simples curieux capables seulement d'un peu d'attention ; il est regrettable que ses adeptes

s'appliquent à le lui faire perdre. Les nouvelles subdivisions qu'ils introduisent chaque jour leur permettent sans doute de mieux coordonner les résultats de leurs découvertes; mais il y a, pour celui qui écrit en vue du public, beaucoup plus d'intérêt et d'utilité à suivre la voie tracée par Dufrénoy et Élie de Beaumont dans leur *Explication de la carte géologique de France.* C'est ce que M. Nivoit a parfaitement compris; nous lui en savons, pour notre part, sensiblement gré.

Ce n'est d'ailleurs pas seulement en cela que M. Nivoit s'est inspiré de la tradition de ces deux illustres maîtres. A leur exemple, il s'est attaché à faire prédominer dans l'étude des divers systèmes l'idée des pays ou régions naturelles, préoccupation très heureuse dans un livre tel que celui-ci.

Ainsi, après avoir indiqué pour chaque période de l'histoire du globe les grands traits caractéristiques, l'auteur choisit un certain nombre de régions-types se rattachant à chacune de ces périodes, et il les décrit avec quelque détail. Il montre quels rapports étroits unissent d'une part la composition minéralogique du sol et de l'autre la configuration de la surface, les matériaux de construction, les autres matières utiles, la végétation, la distribution des eaux, etc. Il s'applique, en un mot, à faire ressortir, par des exemples frappants, la vérité de ce principe, à savoir que toutes les particularités extérieures d'un pays ne sont que la conséquence de la structure de son sous-sol. C'est assurément là une voie des plus fécondes, que l'auteur poursuit d'un bout à l'autre de son second volume avec succès, rendant ainsi l'exposition de la science plus attrayante et fournissant aux ingénieurs, pour qui il écrit, les indications les plus précieuses. Parmi les exemples sur lesquels il s'étend avec le plus de détails, je citerai ceux du Plateau Central, de l'Ardenne (avec ses gisements ardoisiers), de l'Armorique, des bassins houillers de Valenciennes et de Saint-Étienne, des Vosges, des massifs des Maures et de l'Esterel, du Jura, des Pyrénées, des Alpes occidentales, etc.

Enfin — point des plus importants pour le public à qui s'adresse spécialement l'auteur — M. Nivoit ne manque pas, chaque fois que l'occasion s'en présente, de signaler les dangers qui peuvent résulter de la nature du sol dans l'exécution des travaux publics, mettant ainsi en lumière les écueils à éviter et les précautions à prendre.

Dans cet ordre d'idées, M. Nivoit revient à plusieurs reprises sur les mouvements produits à la surface du sol par l'exploita-

tion de la houille gisant au-dessous d'elle. Il montre les effets de cette exploitation sur le régime des cours d'eau, sur les canaux (canal de Lens à la Deule), sur les terrains bas qu'elle peut transformer en marécages par affaissement, sur la stabilité des constructions. A ce dernier point de vue, il cite l'exemple célèbre de la gare de Saint-Étienne qui, en dépit de la légèreté des matériaux employés à la construire, a subi une fois terminée de tels affaissements qu'il a fallu la relever au moyen de vérins. L'auteur s'étend également sur le danger des excavations souterraines produites par l'exploitation du sel gemme (effondrements d'Ars-sur-Moselle en 1876), sur l'ensablement du golfe de Fréjus par les grès bigarrés désagrégés, sur les inconvénients des argiles du lias et de l'infralias (accident de la tranchée de Champigneulles, sur la ligne de Paris à Strasbourg ; difficultés rencontrées dans la construction du bief de partage du canal du Nivernais), sur les mouvements dans les argiles kimmeridgiennes (éboulements de Belrain dans la Meuse), sur le crevassement des calcaires portlandiens, sur la combustion spontanée des bancs de lignite pyriteux qui se rencontrent dans l'argile plastique (accident de Braye-en-Laonnois), sur les inconvénients des sables de Beauchamp qui, une fois mouillés, deviennent semi-fluides (tunnel de Châlifert, près de Lagny), etc.

Les quelques exemples que nous venons d'énumérer, cueillis pour ainsi dire au hasard dans l'ouvrage, où ils sont disséminés, suffisent à montrer le soin qu'a eu M. Nivoit, au fur et à mesure qu'il avançait dans l'étude des divers terrains, d'insister sur les particularités propres à intéresser les ingénieurs. A cet égard aussi il convient de mentionner ce qu'il dit, en passant, du percement de l'isthme de Corinthe, de l'isthme de Panama, ainsi que du fameux tunnel projeté sous la Manche.

L'auteur, malgré le développement considérable de son ouvrage, qui compte en ses deux volumes plus de douze cents pages, a dû nécessairement traiter un peu rapidement certaines parties de la science d'une utilité moins immédiate pour le but qu'il se proposait, sans cependant en négliger complètement aucune, puisqu'il donne même quelques notions sur l'homme préhistorique ; mais il a eu soin de placer à la fin du second volume une liste d'ouvrages à consulter, à laquelle il renvoie le lecteur désireux d'approfondir tel ou tel point de détail.

Tel est, sommairement analysé, le livre de M. Nivoit. Le peu que nous avons dit suffira-t-il à en faire naître une idée exacte chez les lecteurs de la *Revue?* Nous n'oserions nous en flatter.

Nous eussions pourtant voulu faire ressortir à leurs yeux ses précieuses qualités. Ils auront un moyen plus sûr de se rendre compte de sa valeur, c'est de le lire ; leur attente, j'en ai la profonde conviction, ne sera pas déçue.

M. d'Ocagne.

V

Le Partage politique de l'Afrique d'après les transactions internationales les plus récentes (1885 à 1888), par Émile Banning. Bruxelles, C. Muquardt, juin 1888. — 1 vol. in-8°, xi-181 pp., et 1 carte.

M. Banning, directeur au ministère des affaires étrangères de Belgique, connu de nos lecteurs pour ses travaux relatifs au continent africain et sa participation, en 1876 et en 1884, aux conférences internationales de Bruxelles et de Berlin, était on ne peut mieux préparé pour écrire l'histoire diplomatique de l'Afrique, de 1885 à 1888. Il l'a fait avec talent, se basant sur des documents authentiques, parfois inédits, qu'on est heureux de trouver groupés et analysés dans son ouvrage,

L'introduction (pp. 1-7) résume les trois périodes du mouvement africain au xixe siècle.

L'expédition d'Égypte de 1798, l'établissement de la Grande-Bretagne au Cap en 1815, et les débuts de la conquête de l'Algérie par les Français marquent les trente premières années.

Puis viennent les grands voyages d'exploration, préludes de la conquête future, où s'illustrent les René Caillié, les Barth, les Schweinfurth, les Livingstone, les Burton, les Speke, les Nachtigal, les Stanley, les Yunker et tant d'autres pionniers de la civilisation.

D'abord les sociétés géographiques y prennent seules de l'intérêt ; mais la conférence de Bruxelles en 1876 et l'odyssée de Stanley appellent l'attention générale. Bientôt l'Europe semble vouloir se précipiter à l'assaut du continent noir; et, pour modérer des compétitions trop vives, de nouvelles assises se réunissent à Berlin en 1884. C'est la troisième période du mouvement africain, caractérisée par la création de l'État indépendant du Congo et par la formation pacifique, autour de ce noyau central, de sept empires coloniaux ; le tout taillé au cœur de l'Afrique

équatoriale, sur une surface de 360 000 lieues carrées, comprise sous 30 degrés de latitude et entre deux océans, distants en moyenne de 600 lieues.

Le partage du sol africain a fait l'objet d'une série de transactions, qui se sont succédé de 1885 à 1888. " Importantes par les conséquences politiques qu'elles recèlent, ces transactions sont également dignes d'attention par les formules de délimitation qu'elles introduisent et par l'interprétation qu'elles donnent aux dispositions de l'Acte général de la Conférence de Berlin. „

Si intéressantes qu'elles soient, nous ne songeons pas à entrer dans le détail de ces notes diplomatiques. Nous nous bornerons aux données géographiques les plus importantes, en écartant systématiquement les clauses relatives à la politique commerciale.

Il convient d'ajouter que ces traités ne délimitent pas entièrement les territoires ; plusieurs ouvrent le champ à des compétitions ultérieures.

M. Banning consacre " aux conventions territoriales et aux prises de possession sur les deux océans „ le chapitre Ier (pp. 8-88), qui débute par les actes internationaux passés entre puissances européennes (pp. 8-75). Commençons par la côte occidentale d'Afrique (1).

Deux mois après la Conférence de Berlin, l'Angleterre et l'Allemagne délimitèrent leurs possessions de la côte de Guinée. L'Allemagne s'attribuait la partie du littoral et de la Guinée intérieure située à l'est de la ligne suivante (p. 13) : " A la côte, la rive droite du Rio del Rey, ayant son embouchure entre 8° 42′ et 8° 46′ long. E de Gr.; vers l'intérieur, une ligne suivant la rive droite du Rio del Rey depuis cette embouchure jusqu'à sa source, de là se dirigeant vers la rive gauche de la rivière du Vieux-Calabar ou *Cross-River*, et se terminant, après avoir coupé cette rivière, à un point situé vers 9° 8′ de long. E de Gr., marqué par le mot *Rapides* sur la carte de l'amirauté anglaise „ ; puis la ligne court en diagonale jusqu'à la rive droite du Bénué, à l'est et tout près d'Yola, capitale de l'Adamaua. La Grande-Bretagne pouvait établir son protectorat à l'ouest de la ligne de délimitation convenue, jusqu'à la colonie anglaise de Lagos. Ces conventions assurèrent à l'Allemagne le Cameroun, à l'Angleterre le double bassin du Niger et du Bénué inférieurs, deux artères divergentes menant au cœur du Soudan occidental.

(1) Nous ne suivons pas entièrement l'ordre de l'auteur, pour mieux grouper les conventions.

Le 10 juillet 1886, une charte royale déléguait à une compagnie anglaise, *the Royal Niger Company,* des pouvoirs administratifs sur une double zone de territoires s'étendant à 48 kilomètres de chaque rive des deux fleuves. Les bateaux de la Compagnie remontent le Niger jusqu'aux rapides de Boussa, à 736 kilomètres de la mer, et le Bénué, à 720 kilomètres. C'est le point de départ d'une nouvelle et vaste colonie.

L'Allemagne ne pouvait pas se borner à la délimitation de sa frontière septentrionale; le protocole du 24 décembre 1885, arrêté de commun accord avec la France, détermina la frontière méridionale. Elle est formée par la rivière Campo, depuis son embouchure jusqu'à son intersection avec le méridien 7°40′ long. E de Paris (10° long. E Gr.), et à partir de ce point par le parallèle prolongé jusqu'à sa rencontre avec le méridien 12°40′ long. E de Paris.

Le même protocole reconnaît le protectorat de l'Allemagne sur les territoires de Togo, Porto-Seguro, et Petit-Popo.

Les négociations entre la France et le Portugal furent longues. Elles durèrent du 22 octobre 1885 au 12 mai 1886. La France a acquis exclusivement les deux rives de la Casamance, en Sénégambie, et de la Lœma (Loango) au Congo (p. 29). Elle vit de plus reconnaître son protectorat (1) sur les territoires du Fouta-Djallon, territoires par lesquels la colonie du Sénégal sera reliée plus tard aux rivières du sud et atteindra le bord du golfe de Guinée. Le gouvernement français abandonna au Portugal le district de Massabi (Congo) et le droit d'exercer une influence souveraine dans les contrées qui séparent les possessions portugaises d'Angola et de Mozambique. Cette dernière clause est fort importante pour le cabinet de Lisbonne : elle lui laisse la faculté de poursuivre la création d'un vaste empire colonial qui s'étendrait sans discontinuité entre les provinces côtières de l'Atlantique et de l'océan Indien, actuellement séparées par une brèche de 200 lieues environ, allant de 25° à 35° long. E Gr.

Mais un arrangement avec la France ne suffisait pas, le Portugal devait s'entendre avec l'Allemagne et l'Angleterre. L'Allemagne fit, le 30 décembre 1886, une concession identique à celle du gouvernement français; les négociations avec l'Angleterre se poursuivent toujours; si elles réussissent, et cela ne nous semble guère douteux, ce sera la soumission aux puissances européennes de toute l'Afrique équatoriale et méridionale.

(1) Ce protectorat date de 1881.

Le 7 août 1884, le protectorat allemand fut établi sur les 200 lieues de côtes comprises entre le fleuve Orange au sud, et le cap Frio au nord, et sur tout le pays des Namas et des Herero, dont la superficie est de 20 000 lieues carrées. On excepta Walfish Bay, la meilleure station navale de ces parages, placée sous la souveraineté britannique.

Les frontières anglo-germaines et germano-portugaises furent fixées par les conventions du 4 septembre 1885 et du 30 décembre 1886 (p. 68). Nous voyons dans le premier de ces traités que le protectorat anglais sur le pays des Betchuanas s'étend au nord jusqu'à 22° lat. sud, et à l'ouest jusqu'à 20° E de Gr.; dans le second, que les limites longent le cours du Cunène depuis son embouchure jusqu'aux cataractes situées au sud de Humbe, traversent les montagnes de Canna, suivent le parallèle jusqu'au fleuve Cubango, et ce fleuve jusqu'à Andara, pour se diriger de là en ligne droite jusqu'aux rapides de Catima, sur le Zambèze.

Avant de quitter la côte occidentale d'Afrique, signalons deux acquisitions de l'Espagne : dans le golfe de Guinée, prise de possession des îles Eloby et Corisco et d'une partie du littoral sur les deux rives de la rivière Muni ; au nord du Sénégal, institution de protectorat sur les établissements nationaux du Rio Oro, d'Angra de Centra, et de Bahia del Oeste, et sur les territoires bornés au nord par le cap Bojador (26° 8′ lat. N; 8° 17′ long. O) et au sud par la Bahia del Oeste (20° 51′ lat. N; 10° 56′ long. O), y compris les endroits connus sous les noms de Las Puntas et la Bombarda. C'est un développement de côtes de 100 lieues (p. 77).

A l'est, le sol africain a pris aussi un aspect nouveau. Grâce à l'initiative d'intrépides voyageurs et aux efforts de la Société de colonisation fondée à Berlin le 14 avril 1884, l'empereur allemand put, dès le 27 février 1885, étendre son protectorat et sa souveraineté sur quatre provinces de l'Afrique orientale, à l'ouest du sultanat de Zanzibar : l'Usuguha, le Nguru, l'Usagara et l'Ukami, soit environ 150 000 kilomètres carrés (p 37). Le sultan voulut s'opposer à cette prise de possession ; mais il céda devant les menaces de l'Allemagne et l'intervention du consul britannique. Pour couvrir son opposition, Saïd-Bargasch avait réclamé comme territoires lui appartenant toute la région s'étendant de la côte aux lacs Nyassa et Tanganyka. C'était trop de prétention. En 1886, l'Allemagne, la France et l'Angleterre lui reconnurent la souveraineté : 1° sur les îles de Zanzibar et de

Pemba, sur les îles plus petites qui entourent les deux premières dans un rayon de douze milles marins et sur les îles de Lamou et de Mafia; 2° sur une bande côtière du continent africain, profonde dans l'intérieur des terres de 10 milles marins ou 18 kilomètres environ et s'étendant sans interruption de l'embouchure de la rivière Miningani, à la sortie de la baie de Tunghi, jusqu'à Kipini.

Au nord de Kipini, appartiennent encore au sultan les stations de Kismaju, Barawa, Marka, Makdischu, et Warscheik (1), avec le territoire environnant dans un rayon de 10 milles marins pour chacun de ces points.

L'Allemagne et l'Angleterre mirent à profit les négociations ouvertes, pour la délimitation de leurs sphères d'influence respectives dans l'Afrique orientale (p. 46).

Le territoire où cette entente reçut son application est limité au sud par le fleuve Rovuma, au nord par une ligne qui, partant de l'embouchure de la rivière Tana, suit le cours de cette rivière ou de ses affluents jusqu'à l'intersection de l'équateur avec le 38° long. E, et se prolonge en ligne droite jusqu'à l'intersection du 1° lat. N avec le 37° long. E.

La " ligne de démarcation „ entre les pays d'influence rivale commence à l'embouchure de la Wanga ou Umbe, va en ligne directe vers le lac Jipe dont elle longe les rives orientale et septentrionale et traverse la rivière Lumi ; elle contourne alors au nord la chaîne de Kilima-Ndscharo et se dirige en ligne droite vers un point du rivage oriental du lac Victoria-Nyanza, correspondant avec le premier degré de latitude sud. Les deux puissances signataires prennent l'engagement de ne point faire d'acquisitions territoriales, et de ne point accepter de protectorats, l'une au nord, l'autre au sud de cette ligne.

Un simple coup d'œil jeté sur la carte montre que l'Allemagne s'est taillé la part du lion.

L'Angleterre n'obtient qu'un couloir étroit avec 40 lieues de côtes et deux bons ports : Mombaz et Mélinde. Il est vrai que ce couloir conduit aux fertiles vallées de l'Ouganda, limitrophes des provinces du Haut-Nil illustrées par la belle résistance d'Émin pacha. Une compagnie anglaise, *the British East African Association*, a fait ici l'acquisition de divers territoires et en poursuit l'exploitation. C'est dans ce but qu'elle s'est assuré le libre accès à l'océan Indien, en obtenant du sultan de Zanzibar, le 24 mai

(1) Le territoire environnant n'a que 5 milles marins.

1887, une concession des plus importantes (p. 56). Pendant 50 ans, elle se charge, au nom et sous le pavillon de sa Hautesse, et moyennant certaines redevances, de l'entière administration de ses domaines, situés le long de la rivière Wanga et Kipini (4° 30′ et 2° 35′ lat. S). Confection des lois, établissement des impôts, organisation de la force publique, etc., tout incombe à la Compagnie ; ses droits sont souverains (1) jusqu'à la distance de 18 kilomètres de la côte. A bientôt une charte d'incorporation à la couronne d'Angleterre.

La Compagnie allemande de l'Afrique orientale ne pouvait rester en arrière de sa rivale. Le 28 avril 1888, le nouveau sultan de Zanzibar, Chalifa, lui accorda une concession, qui l'investit de l'affermage des droits de douane et de l'administration de la zone littorale réservée comprise entre la baie de Tunghi et l'embouchure de la Wanga (10° 40′ et 4° 30′ lat. S) (p. 57).

L'Allemagne acheva de déterminer les limites de sa sphère d'action en Afrique orientale, par le traité conclu avec le Portugal le 30 décembre 1886, traité dont il a déjà été question plus haut. La frontière est formée par le cours du fleuve Rovuma depuis son embouchure jusqu'au confluent du M' Sinje, et de là, vers l'ouest, par le parallèle jusqu'au bord du lac Nyassa (vers 11° lat. S) (p. 68).

A cette série d'actes internationaux, il faut ajouter les conventions passées entre les États civilisés et les populations indigènes du continent africain.

En 1854, le général Faidherbe jeta au Sénégal, où la France avait pris pied depuis deux siècles, les assises d'un grand établissement colonial. Grâce aux efforts du colonel Gallieni, sur la brèche depuis 1882, le vaste quadrilatère renfermé entre la côte, le Sénégal, le Niger, le Tankisso et la Gambie obéit sans résistance sérieuse à l'autorité française (p. 75). Au nord-est de ce quadrilatère, le roi de Ségon a subi le protectorat de la France; le redoutable Samory, chef de l'Ouassoulou, a accepté au sud-est la même situation. Le territoire protégé atteint ainsi la limite septentrionale de la république de Libéria. Il sera bientôt relié à Benty, sur l'Atlantique, en Mellacorie, et à l'est, aux établissements des rivières du Sud, points où est déjà établi le protectorat de la France.

« Le drapeau français flottera alors entre 9° et 10° de lat. nord sur un territoire habité de 358 000 kilomètres carrés. Les colonies

(1) *Mouvement géographique*, 5e année, n° 4, 12 février 1888, p. 15, 3e col.

anglaises de la Gambie, comme les possessions portugaises des Bissagos, n'en seront plus que des enclaves „ (p. 77).

A la côte opposée, la France, par le traité du 17 décembre 1885, a établi sa suprématie sur Madagascar, grande île de 600 000 kilomètres carrés environ. Madagascar est presque une colonie française (p. 84).

Le 5 juillet 1882, l'Italie avait pris possession de la baie et du territoire d'Assab, sur la mer Rouge, et les avait placés sous sa puissance souveraine (p. 77). En janvier 1885, une section de marine débarqua à Beilul, au nord d'Assab; un mois plus tard, le 5 février 1885, une escadre italienne occupa le port de Massouah, distant de Khartoum de 700 kilomètres ; bientôt la prise de possession s'étendit à la partie de la côte comprise entre le village d'Emberemi, au nord de Massouah, jusqu'à la limite méridionale du sultanat de Raheita, au sud d'Assab ; elle comprend les places d'Arkiko, d'Arafali, de Hanfila, d'Ed, de Beilul, avec la grande île de Dahlac, en face de Massouah. L'Italie voudrait étendre les limites de son établissement jusqu'à la vallée d'Ailet.

Dans l'Afrique australe, c'est l'Angleterre qui domine. Les limites septentrionales de ses territoires sont formées dans le pays des Betchuanas par le 22° lat. S, et dans le Matebele-Mashuna par le cours du Zambèze. Deux républiques sont enclavées dans les possessions britanniques : l'État libre d'Orange, qui n'a que 150 000 âmes, et le Transvaal, beaucoup plus important. Le Transvaal, un instant conquis par l'Angleterre, recouvra, le 3 août 1881, son autonomie sous la suzeraineté de la Grande-Bretagne ; le traité du 27 février 1884 lui reconnut une indépendance presque complète sous l'appellation de République de l'Afrique du Sud. En 1887 le nouvel État s'est agrandi du tiers du pays des Zoulous : le surplus a passé sous la domination anglaise.

Après avoir vu échouer son projet de protectorat sur toute l'Afrique méridionale, le cabinet de Saint-James tâche d'établir parmi les différents États sud-africains l'unité sous la forme fédérative.

“ Une conférence de délégués des divers États de l'Afrique du Sud a été convoquée au Cap pour débattre les termes d'une union douanière et étudier la création des ressources nécessaires à l'établissement d'un vaste réseau de chemins de fer. Cette conférence, où la République sud-africaine seule s'est abstenue momentanément de paraître, a terminé ses travaux le 18 février 1888 ; elle a décidé en principe la fondation d'un

Zollverein sud-africain.....; on a arrêté également les bases de l'extension, dans l'État d'Orange, des chemins de fer du Cap et de Natal (1) (p. 83). „

Le chapitre II (pp. 89-152) s'occupe de l'État indépendant du Congo, de sa fondation, de ses limites, de sa condition présente.

La région moyenne, située entre le massif soudanien et la péninsule australe, constitue le bassin conventionnel du Congo. Ce bassin a été divisé en deux parts par la Conférence de Berlin : sur le littoral des deux mers, les possessions des puissances européennes ; au centre, le territoire de l'État indépendant.

" De sa vraie nature, l'empire du Congo est un état méditerranéen ; il n'accède à la mer que par une bande étroite de terres, ne mesurant guère que 37 kilomètres à la côte „, et où débouche le fameux cours d'eau.

Dans les conditions où il a été fondé, le nouvel État " ne pouvait vivre et prospérer, remplir sa tâche et coopérer à celle des autres puissances, qu'à la faveur d'une législation spéciale et de garanties exceptionnelles. C'est l'acte général de la Conférence de Berlin qui contient cette législation et qui fournit ces garanties. Ici apparaît l'étroite dépendance entre l'œuvre propre de la Conférence et la constitution de l'État du Congo. L'une ne se conçoit ni ne s'explique sans l'autre : toutes deux sont solidaires au premier degré. . . . . L'acte général de la Conférence de Berlin du 26 février 1885 devrait donc figurer en tête des documents diplomatiques qui déterminent la condition politique de l'Afrique contemporaine „.

Cet acte trop connu n'est reproduit qu'en substance dans le corps du travail ; il figure en appendice à la fin du volume (pp. 161-181).

Après ces préliminaires, voici venir les diverses conventions diplomatiques qui intervinrent, avant la réunion de la Conférence de Berlin, entre les États européens et l'Association internationale du Congo fondée par le roi Léopold II.

D'abord une déclaration échangée, le 22 avril 1884, avec le gouvernement des États-Unis, où sont posées les bases du régime commercial, formulées et sanctionnées, quelques mois plus tard, sur les bords de la Sprée, par les représentants des puissances. Puis, pour introduire le gouvernement naissant dans

(1) Le Cap, indépendamment de ses 13 500 kilomètres de routes, a 2646 kilomètres de voies ferrées ; Natal en a 347.

le droit public européen, une convention signée avec l'empire d'Allemagne, le 8 novembre 1884, donc sept jours avant l'ouverture de la Conférence internationale. L'Allemagne salue le pavillon de l'Association comme celui d'un État ami, et est prête à reconnaître les frontières de l'Association et du nouvel État à créer, telles qu'elles sont indiquées sur une carte provisoire.

Cet acte diplomatique fut le point de départ et le modèle des traités signés, en décembre 1884, avec la Grande-Bretagne, l'Italie, l'Autriche-Hongrie, les Pays-Bas ; en janvier et en février 1885, avec l'Espagne, la France, la Russie, la Suède et la Norvège, le Portugal, le Danemark et la Belgique.

Les conventions avec l'Allemagne, la France et le Portugal ont un caractère spécial ; elles contiennent une détermination de limites. La première délimitation de l'État indépendant figure dans la convention du 8 novembre 1884, passée avec l'Allemagne ; mais le tracé est provisoire et la limite à l'embouchure du fleuve n'est pas marquée. La France et le Portugal prétextaient en effet des droits sur ces territoires, où l'Association internationale s'était établie. Quelques antécédents historiques s'imposent.

" Vers le milieu de ce siècle, le Portugal avait fait revivre d'anciennes prétentions à la souveraineté de la côte occidentale d'Afrique et des régions intérieures entre 5° 12′ et 8° lat. S. L'embouchure du Congo se trouvait comprise entre ces limites. „ La France et l'Angleterre n'admirent point ces prétentions ; il y avait accord tacite entre les puissances maritimes pour considérer cette région comme n'appartenant à aucun État civilisé. En 1879, Stanley put donc, sans léser aucuns droits, acquérir des territoires sur les rives du fleuve qu'il remonta jusqu'au Pool. M. de Brazza s'y était établi au nom de la France.

A son tour le voyageur français fut prévenu, en 1883, par le Comité d'études, dans la vallée du Niari-Kuilou, qui devait servir à relier la rive septentrionale du Pool à la côte de Loango.

Il y avait un double conflit entre la France et les promoteurs de l'œuvre belge. Il fut terminé par le *modus vivendi* du 16 octobre 1882. Toutefois ce *modus vivendi* laissait en suspens la reconnaissance du caractère public du Comité d'études.

A ce moment, le Portugal entre en lice et s'adresse à la France et à l'Angleterre. Le gouvernement français déclare que ses possessions situées au nord du parallèle 5° 12′ ne peuvent donner lieu à un litige. Mais le cabinet de Saint-James, avec qui les

négociations furent ouvertes en novembre 1882, signa, le 26 février 1884, un traité reconnaissant les anciennes prétentions du Portugal à la souveraineté de la côte occidentale d'Afrique située entre 8° et 5° 12′ de latitude sud.

Cet acte diplomatique, ici reproduit (pp. 102-111), ne fut point ratifié, à cause de l'opposition qui se manifesta en France, en Allemagne, aux Pays-Bas et aux États-Unis. Il est le point de départ des négociations qui aboutirent à la réunion de la Conférence de Berlin.

Le 17 avril 1884, le prince de Bismarck proposa à la France, qui acquiesça, de régler le différend par un accord général. Le cabinet portugais lui-même proposa une conférence. L'idée fit son chemin. Deux mois avant l'ouverture de la Conférence, l'Allemagne, la France et implicitement la Grande-Bretagne étaient en quelque sorte d'accord sur le programme de la future assemblée et sur le principe de la fondation d'un État du Congo, occupant le bassin de ce fleuve ; mais la France voulait faire trancher les questions territoriales en dehors de la Conférence. Elles furent traitées à Paris, pendant que l'œuvre européenne s'accomplissait à Berlin sur la base d'une invitation collective émanée de l'Allemagne et de la France.

Les négociations avec les cabinets français et portugais, fort longues et fort difficiles, ont abouti à la convention du 5 février 1885 entre le gouvernement de la République française et l'Association internationale du Congo, et à celle du 14 février 1885 entre cette même Association et le Portugal (pp. 118-120; 120-122). Ces deux actes importants reconnaissaient à l'Association internationale du Congo la rive droite du fleuve depuis son embouchure jusqu'à Manyanga, tranchaient par le fait la question ardue de la possession de cette embouchure, qui dès 1788 avait mis le Portugal aux prises avec la France, et rayaient de l'histoire diplomatique la fameuse limite fictive de 5° 12′ lat. sud.

Pendant la durée de ces débats, la Conférence poursuivait son œuvre; le 23 février 1885, elle recevait notification de la reconnaisance, comme État souverain, de l'Association internationale, par toutes les puissances représentées en son sein, sauf la Turquie.

L'acte général fut définitivement signé le 26 février 1885. La diplomatie européenne avait achevé son œuvre : la position de l'Association était fixée au point de vue international et sa constitution territoriale était établie.

Mais l'État n'était pas absolument constitué. Il lui fallait un souverain; ce ne pouvait être que son fondateur. Le 28 et le 30 avril 1885, les deux chambres du parlement belge prirent une résolution identique : " Sa Majesté Léopold II, roi des Belges, est autorisé à être le chef de l'État fondé en Afrique par l'Association internationale du Congo. L'union entre la Belgique et le nouvel État sera exclusivement personnelle ".

Notification de cette résolution fut adressée, le 1er août 1885, à toutes les puissances. Les possessions de l'Association internationale formaient désormais l'État indépendant du Congo.

Le 1er août 1885, le Roi-Souverain, usant de la faculté que lui accordait l'article 10 de l'Acte général, plaçait l'État indépendant sous le régime perpétuel de la neutralité, et faisait adresser à cette fin à toutes les puissances une déclaration où sont déterminées les limites du nouvel État, telles qu'elles résultent des traités successivement conclus par l'Association internationale avec l'Allemagne, la France et le Portugal (pp. 129-132).

Restait à fixer sur le terrain les tracés conventionnels admis par les diplomates.

Le Portugal n'a pas jusqu'ici exprimé l'intention d'aborder ce travail. Dès le printemps de 1885, la France désigna ses commissaires, et le 22 novembre de la même année intervenait un protocole déterminant la ligne frontière au-dessus de Manyanga (pp. 133-134).

Les limites dans les parages de la rivière Licona-Nkundja furent plus longues à établir à cause d'une erreur géographique qui s'était introduite dans les cartes, et d'où résultèrent deux systèmes d'interprétation contradictoires et l'impossibilité absolue de concilier les termes de l'art. 3 de la convention du 5 février 1885 avec la carte destinée à les fixer. Les négociations se prolongèrent de février 1886 à avril 1887 (pp. 135-138). Elles furent couronnées par la signature du protocole du 29 avril 1887 ; le thalweg de l'Oubangi forme la frontière entre les deux États depuis son confluent avec le Congo jusqu'à son intersection avec le 4e parallèle nord (p. 139). De plus, l'État indépendant " s'engage vis-à-vis du gouvernement de la République française à n'exercer aucune action politique sur la rive droite de l'Oubangi au nord du 4e parallèle. Le gouvernement de la République française s'engage de son côté à n'exercer aucune action politique sur la rive gauche de l'Oubangi au sud du même parallèle, le thalweg formant dans les deux cas la séparation. En aucun cas la frontière septentrionale de l'État du Congo ne des-

cendra au-dessous du 4e parallèle nord, limite qui lui est déjà reconnue par l'art. 5 de la convention du 5 février 1885 „ (p. 139).

A la transaction territoriale étaient joints une déclaration politique et un arrangement financier.

M. Banning rappelle en quelques mots les progrès faits par l'État, où dix à onze mille kilomètres de voies navigables sont devenus accessibles aux bâtiments rayonnant de Stanley-Pool. Puis il parle sommairement des travaux de la compagnie des chemins de fer, de la création et du développement des stations, du mouvement commercial et maritime, de l'organisation de la justice, de l'établissement du cadastre, etc., de la fondation des missions de rites divers (l'État du Congo a été érigé, par un bref papal du 26 avril 1888, en vicariat apostolique distinct, relevant exclusivement de la congrégation de la Propagande), de la force publique, environ 2000 hommes, des ressources de l'État du Congo, en majeure partie mises à la disposition de l'œuvre par la munificence du souverain. En 1887, les dépenses se sont élevées à 1 891 190 francs; et pas de douanes pour les couvrir!

L'auteur reconnaît que tout n'est pas fait, mais il ajoute avec raison que tous les organes essentiels d'un État civilisé sont là en germe et que, " sur nul point de l'Afrique, on peut l'affirmer sans crainte, dans aucune fondation coloniale analogue ou concurrente, il n'a été fait autant en si peu de temps „.

Sous forme de conclusion (chap. III, pp. 153-159), M. Banning parle des magnifiques résultats qui découleront pour l'Afrique de l'œuvre de la Conférence de Berlin et de la création de l'État indépendant du Congo. Il fera, croyons-nous, partager là-dessus sa conviction à beaucoup de lecteurs.

F. Van Ortroy,
lieutenant de cavalerie.

VI

Résumé du cours d'Analyse infinitésimale de l'université de Gand, par P. Mansion. *Calcul différentiel et principes du Calcul intégral.* 1 vol. 8°, VIII-300 p. Paris, Gauthier-Villars; 1887 (1).

Ce qui frappe tout d'abord le lecteur qui ouvre le livre de M. Mansion, c'est l'extraordinaire concision du style : si l'on n'y faisait point attention, en voyant la mince épaisseur du volume, on risquerait de se tromper singulièrement sur la quantité des matières qu'il contient; toutes les abréviations compatibles avec la correction du langage ont été adoptées; c'est bien à un résumé que l'on a affaire, résumé qui sera fort commode pour les étudiants, même pour ceux qui ne suivent pas les excellentes leçons de M. Mansion.

Mais assurément la concision du style n'est pas la seule originalité du livre; on y trouvera une tendance, assez rare aujourd'hui, qui consiste à restreindre le concept de fonction, au lieu de le prendre dans toute sa généralité. M. Mansion entend se borner aux fonctions élémentaires définies d'une façon précise et aux fonctions que l'on peut composer en les combinant par des opérations nettement définies. C'est de ce point de vue, par exemple, qu'il démontre la règle relative à la différentiation des fonctions composées, et cette démonstration, que l'auteur signale lui-même dans sa Préface, caractérise bien l'esprit dans lequel il conçoit l'enseignement des éléments de l'Analyse. Il faut reconnaître que, en agissant ainsi, on se place sur un terrain très solide, sur lequel il est légitime de se tenir. Cela même, à notre avis, serait très désirable, si l'on parvenait ainsi à se débarrasser de quelques démonstrations qui, par leur haute généralité, ont un caractère quelque peu métaphysique : par exemple, de la démonstration de ce fait qu'une fonction continue atteint sa limite supérieure. Malheureusement, la restriction apportée ainsi à la notion de fonction ne semble jeter aucune lumière spéciale sur les faits de cet ordre; on ne gagne rien, pour les aborder, aux restrictions qu'on s'est imposées, et M. Mansion, qui n'entend rien sacrifier de la rigueur, les traite, lui aussi, en laissant aux concepts toute leur généralité. Ceci n'est d'ailleurs nullement une critique : si les choses sont ainsi, ce n'est sans doute pas la faute du savant professeur à l'université de Gand.

(1) Extrait du *Bulletin des sciences mathématiques*, avril 1888.

Si M. Mansion montre ainsi une grande prudence pour ce qui concerne la notion d'une fonction de variable réelle, il ne craint pas de considérer de très bonne heure des fonctions d'une variable imaginaire, de façon à donner de suite leur extension complète aux théorèmes qui le comportent. Cela, à la vérité, n'entraîne aucun inconvénient, quand on s'attache, comme il le fait, à bien préciser les définitions.

Voici brièvement l'ordre suivi et les matières traitées.

L'ouvrage comprend quatre Parties et un Appendice.

L'*Introduction* contient l'exposé de la méthode des limites, la définition de l'exponentielle imaginaire, les notions les plus simples relatives à la continuité. Les *Principes fondamentaux de l'Analyse infinitésimale* se rapportent aux propriétés essentielles des dérivées et aux propositions élémentaires de la théorie des séries. Il y a lieu de remarquer la manière directe dont l'auteur prouve qu'une fonction dont la dérivée est constamment nulle dans un intervalle est une constante. La partie intitulée : *Calcul différentiel* contient les règles de différentiation et du changement de variables. Sous ce titre : *Propriétés des fonctions*, M. Mansion expose d'abord la série de déductions qui permettent de donner une entière rigueur à la démonstration du théorème de Rolle, que l'on doit à M. O. Bonnet; après en avoir tiré la formule

$$f(x+h) - f(x) = h f'(x + \theta h),$$

il expose l'extension de cette formule au cas d'une fonction d'une variable imaginaire qu'a donnée M. Darboux. Les formules de Taylor, de Maclaurin et même de Wronski sont établies avec des formes du reste qui conviennent à de telles fonctions. Les développements classiques en séries de puissances se déduisent de la formule de Taylor sans qu'on soit obligé de se borner, comme on le fait souvent, au cas des variables réelles. Enfin, l'étude des maxima et minima termine cette dernière Partie.

Les dix premiers chapitres de l'Appendice contiennent d'intéressants renseignements historiques et critiques sur l'origine et le développement de l'Analyse infinitésimale. D'autres chapitres se rapportent à l'introduction des nombres irrationnels et aux principes fondamentaux de la théorie des limites, à l'existence de fonctions continues sans dérivées, et à divers développements qui n'auraient pu entrer dans le cours proprement dit sans en déranger l'économie.

J. Tannery.

VII

Christophe Colomb Français, Corse et Calvais. Étude historique sur la patrie du grand Amiral de l'Océan, par l'abbé J. Peretti, de Muro, membre de la Société scientifique de Bruxelles et de la Société des sciences historiques et naturelles de la Corse. — Paris, Chantrel, éditeur, rue Blomet, 114. Bastia, Ollagnier, imprimeur, boulevard Paoli. 1888, 1 vol. in-12 de XXI-512 pages.

Après tant d'écrits en sens divers sur la patrie de Colomb, n'aurait-on pas été tenté de croire la question épuisée? Tel n'est pas le sentiment de M. Peretti : il accroît d'une étude, assez longue et non sans intérêt, cette littérature déjà si riche. M. Peretti reprend la thèse récemment soutenue par M. l'abbé Casanova (1): Colomb est né, non à Gênes ou sur le continent, mais à Calvi, dans l'île de Corse. C'est une revendication patriotique: M. Peretti nous fait connaître que, depuis 1871, Calvi est devenu pour lui une nouvelle patrie. Il y a, dans cette circonstance même, de quoi rendre instinctivement plus exigeant pour les preuves sur lesquelles s'appuie le nouveau plaidoyer en faveur de la cité corse. M. Peretti a-t-il découvert quelque nouveau document qui apporte de la lumière dans un débat si mystérieux? Hélas, non : il en est réduit à constater que les documents officiels conservés à Calvi, actes de naissances, de mariages, de décès, transactions, ne remontent pas plus haut que le seizième siècle. Le reste a péri, soit dans l'incendie de Saint-Jean-Baptiste en 1681, soit par suite de négligences inconscientes ou coupables. Il se croit, du reste, en droit d'affirmer, vu les facilités qui lui ont été données, que rien ne lui a échappé de ce que peuvent recéler les archives de Calvi. C'est toujours un point utile à constater pour l'avenir. Peut-être un jour le précieux secret nous sera-t-il livré par quelque autre dépôt d'archives.

Puisqu'il manquait de sources originales et directes où puiser ses renseignements, M. Peretti ne pouvait, comme ses devanciers, que s'adresser aux auteurs les plus anciens, autant que possible aux contemporains. Le premier par ordre de date, Gallo († 1499), ne donne que cette phrase, passablement significative au premier aspect: *Christophorus et Bartholomeus Genuae plebeis orti paren-*

(1) *La vérité sur l'origine et la patrie de Christophe Colomb.* Bastia, 1881. Cfr *Revue des quest. histor.*, 1881 (XXX), p. 324-5 :

tibus carminatores lanae fuerunt. Voilà ce que répètent, comme on sait assez, Giustiniani (1470-1531), Foglietta (1518-1581), suivis par tous les biographes de Colomb jusqu'à nos jours. Néanmoins les assertions de ces trois auteurs, Génois eux-mêmes, suivant la remarque de M. Peretti, laissent subsister quelque indécision; elles peuvent s'expliquer encore dans le cas où Colomb aurait vu le jour, non dans la cité de Gênes, mais dans une ville de la nation génoise, comme étaient les villes de la Corse et particulièrement Calvi; elles n'empêchent pas que plusieurs autres villes de Ligurie ne revendiquent pour elles le berceau du grand homme; elles sont, enfin, notablement infirmées par le propre fils de Christophe Colomb, don Fernand, qui nous a laissé l'histoire de son père d'après les lettres et les écrits de ce dernier. Don Fernand, écrivant vers 1530, avoue que, malgré toutes ses recherches, il n'a pu réussir à s'éclairer sur le lieu d'origine de son père. Une raison spéciale, indiquée ailleurs par M. Peretti, explique, sur ce point, le silence absolu de l'amiral, peu porté, du reste, à parler de ce qui avait trait à sa personne. Don Fernand n'hésite pourtant pas à affirmer que la vanité seule a pu le faire naître à Gênes, à Savone, à Plaisance, et qu'en revanche c'est par jalousie qu'on a voulu lui donner pour berceau Nervi, Cugureo, Bugiasco. En réalité, d'après lui, le lieu de naissance de l'amiral restait inconnu, par un dessein de la Providence " qui l'avait appelé, comme les apôtres, pour remplir sa mission, non des châteaux et des palais, mais des mers et des rivières *(da mari et da riviere :* nous aurions plutôt traduit *des rivages).* Il est vrai que l'historien génois Casoni († 1640) prétend nous apprendre, avec un grand luxe de détails, ce que n'avait pu nous dire le fils de Christophe Colomb. Tant d'inexactitudes se rencontrent, malheureusement, dans ses pages, qu'on ne peut accorder grande créance à ses assertions : sur ce fait, la démonstration de M. Peretti est péremptoire.

Reste à discuter les " écritures publiques „. Au premier rang se placent le testament de Colomb et la lettre qu'il aurait écrite aux seigneurs de la banque de Gênes. A deux reprises, le grand homme s'y déclare né à Gênes, sorti de cette ville : " Siendo yo nacido en Genova „.... " della salì y en ella nacì. „ Si ces pièces sont authentiques, elles apportent un très grand appoint aux partisans de l'origine génoise, et on ne peut en esquiver la portée qu'en leur faisant une certaine violence. Mais, par divers motifs qui ne laissent pas d'être plausibles, M. Peretti remet en question leur authenticité. De fait, il serait au moins singulier que don

Fernand n'eût pas lu le testament de son père, dont il était l'héritier et l'exécuteur testamentaire. S'il l'avait lu, comment peut-il ignorer encore, comme il l'affirme catégoriquement, le lieu d'origine de son père et de sa famille ? Cette considération nous paraît affaiblir beaucoup le principal argument qui fait regarder par beaucoup comme indéniable l'origine génoise, proprement dite, de Christophe Colomb.

La généalogie de la famille Colombo, de Cogoleto, et les divers actes notariés découverts à Gênes ou à Savone présentent trop de lacunes et de points obscurs pour fournir, au moins jusqu'à présent, la base certaine d'une affirmation historique sérieuse. Aussi croyons-nous que M. Peretti est en droit de tenir, jusqu'à nouvel ordre, pour non démontré, que les Colombo cités dans ces actes soient de la famille du grand navigateur. Volontiers nous reconnaissons, à la fin de sa première partie, que la plus grande obscurité continue à régner sur l'origine et les premières années de Christophe Colomb.

M. Peretti s'est pourtant proposé de faire briller la lumière au milieu de ces ténèbres. La vérité, pour lui, c'est que Calvi en Corse a le droit de reconnaître dans Christophe Colomb le plus illustre de ses enfants. Comment le prouver? La deuxième partie contient un amas de conjectures, de probabilités, si l'on veut. Leur ensemble, aux yeux de M. Peretti, rend sa conclusion fort plausible ; nous avouons que l'on pourrait dire simplement possible et vraisemblable. Tous ces indices, dont la plupart étaient connus, se prêtent à tant d'interprétations diverses, que même leur accumulation ne peut donner nulle certitude historique. Aussi, quoique le Dr Savelli, principal du collège de Calvi, ait présenté ces arguments en 1826, quoiqu'on les ait souvent repris depuis, ne sommes-nous point étonné que la question ait paru encore à peu près entière, même aux yeux de juges impartiaux. Il y a lieu toutefois de rendre témoignage à la sagacité de M. Peretti et à sa modération. S'il a recherché et mis en relief avec beaucoup d'habileté toutes les probabilités qui lui semblent militer en faveur de Calvi, il ne se laisse pas emporter par un excès de zèle, et il conclut seulement que la revendication de la cité corse est mieux fondée que celles des autres villes.

Jusqu'ici cependant, M. Peretti n'a fait que donner mieux présentées et plus solidement appuyées, les raisons généralement connues déjà en faveur de sa thèse. Plus intéressante et plus neuve est la troisième partie. Il s'y propose de reconstituer, comme il s'exprime, l'acte de naissance de Christophe Colomb à Calvi. Il

en demandera les éléments à différents historiens et annalistes, Giustiniani, Foglietta, Casoni lui-même, Jacopo Bracelli, etc., qui les lui fourniront souvent à leur insu. Nous nous permettrons cependant de demander si la conclusion de M. Peretti répond entièrement à sa proposition et au titre de son livre. Étant donné même que la famille de Colomb et ses ascendants aient longtemps habité Calvi, cela prouve-t-il absolument que son père n'a pas pu aller s'établir à Gênes, pour y exercer son état de tisserand ou pour tout autre motif, avant la naissance du grand navigateur ?

Voyons maintenant de quelle manière s'opère l'espèce de sélection à laquelle M. Peretti va demander sa grande preuve. Suivant les données fournies par Casoni, Robertson et don Fernand, il faut trouver à l'Amiral de l'Océan une famille de marins armateurs, capitaines très renommés sur mer, tantôt au service de quelques princes, tantôt escortant des bâtiments de commerce ou courant la mer en qualité de corsaires, bataillant d'ordinaire pour la république génoise, parfois contre elle. Il faut en particulier trois Colomb, tous trois grands navigateurs, échelonnés de telle manière que le futur amiral, entré au service en 1459, à l'âge de 14 ans, chez le second d'entre eux, puisse être le neveu de celui-ci et le petit-neveu du premier. Il faut enfin que les membres de cette famille portent les noms de Christophe, Barthélemy, Jacques. Or, M. Peretti retrouve à Calvi, dans le quinzième siècle, une famille qui réunit parfaitement toutes ces conditions si complexes. Ce ne peut être, à ses yeux, pur effet du hasard : d'où il conclut que cette famille calvaise est précisément celle d'où sortit le grand navigateur. On ne lui trouve pas, dans les histoires, le nom de Colomb ; mais M. Peretti fait remarquer qu'en Italie et en Corse, le nom de baptême joint au nom d'origine sert fréquemment à désigner une personne ; qu'on en fait même usage pour les personnes ayant du reste un nom de famille. Il tient, dès lors, que les Colomb de Calvi ont pu être suffisamment déterminés par le prénom avec les épithètes *Calvius* ou *Calvus*, dont il s'arrête, un peu longtemps, à prouver l'identité. C'est même la seule manière dont ils pussent, sans déroger aux usages de l'époque, se distinguer à Gênes de familles génoises proprement dites ou de familles liguriennes portant le même nom. Cela posé, M. Perretti nous donne la liste des marins célèbres, originaires de Calvi, qu'il a découverts par une lecture très attentive de divers historiens de Gênes.

En 1420, il nous fait voir, dans l'ouvrage d'un contemporain,

Jacopo Bracelli (1460), *De bello Hispanico*, un Christophe de Calvi, donné par le doge de Gênes pour conseiller au commandant d'une flotte équipée contre le roi Alphonse V d'Aragon. M. Peretti s'attache à montrer que c'est le premier des trois Colomb cherchés. Le second serait Antonio Calvo, que nous voyons aller en 1442 au secours du roi René à Naples et croiser dans les mers de Gênes en 1449, armé contre sa patrie. C'est au service de celui-ci, sur le navire dont il était le capitaine et l'armateur, que Christophe, son neveu, la future gloire de sa famille, aurait fait ses premières armes en 1459. On rencontre aussi, dans Giustiniani et dans Foglietta, un Barthélemy corse, qui est en 1481 capitaine d'un vaisseau au service du pape, et semble pouvoir parfaitement être le frère puîné du grand amiral. De tout cela, M. Peretti conclut que cette famille calvaise, ainsi reconstituée, est réellement celle du grand amiral, qui dès lors est lui-même un Calvais.

A cet argument, fait un peu suivant la méthode d'exhumation et de reconstruction paléontologiques — la comparaison est de lui — M. Peretti ajoute quelques considérations accessoires non dépourvues d'intérêt. Je note au passage le motif pour lequel Christophe Colomb aurait soigneusement tenu sa qualité de Calvais cachée à la cour d'Aragon. C'est en effet contre le roi d'Aragon que, depuis 1420, tous les Calvais célèbres, membres de sa famille, avaient presque constamment porté les armes. Ainsi, la raison de prudence s'ajoutait à celle de l'usage pour lui conseiller de se dire, en pays étranger, Génois plutôt que Calvais.

Un dernier chapitre est consacré à montrer que Christophe Colomb était Français. Cette preuve ne pourrait-elle pas ressembler ici à un hors-d'œuvre? Français, Colomb a pu l'être, qu'il soit né à Gênes même, ou à Calvi, ou dans toute autre localité appartenant à la nation génoise; c'est en effet celle-ci tout entière qui, en 1459, s'était donnée à la France. M. Peretti s'attache en outre à montrer que Christophe Colomb resta au service du roi de France, même quand Gênes se fut révoltée contre ce dernier. Certains détails de cette démonstration sont trop hypothétiques pour qu'elle puisse produire une pleine conviction. Mais, s'il plaisait à la France de se joindre à Calvi pour célébrer en 1892 le centenaire de Christophe Colomb, ce n'est pas nous qui voudrions réclamer contre un hommage si parfaitement mérité.

Pour être juste, il nous faut répéter que l'*Étude* de M. Peretti est un fort bon livre. Si même elle ne parvenait pas à faire admettre, avec une entière certitude, la thèse principale, l'origine corse et

calvaise de Christophe Colomb, et surtout sa naissance à Calvi, elle aurait néanmoins jeté beaucoup de lumière sur la famille et les ancêtres du grand navigateur, beaucoup plus encore sur les faits de l'histoire locale de Calvi. Il est bien à croire qu'au plaidoyer de M. Peretti il sera fait encore quelque réplique. Mais y donner une réplique tout à fait péremptoire ne sera pas chose facile. H.

VIII

La Divinité de Jésus-Christ vengée des attaques du rationalisme contemporain, par le P. Fr. A. M. Portmans, des Frères-Prêcheurs. Nouvelle édition. In-8° de xxvii-431 pages. — Louvain, Ch. Peeters, imprimeur, rue de Namur, 22. Paris, Retaux-Bray, éditeur, rue Bonaparte, 82. — 1888.

" Le sujet de cet ouvrage, écrivait Mgr l'évêque de Liège (lettre, p. viii), est tout à fait actuel, beaucoup plus actuel que ne pourraient le penser des personnes peu mêlées au monde : le livre de M. Renan continue à exercer les plus tristes ravages parmi les catholiques voués aux professions libérales „.... L'ouvrage est, au reste, " d'un volume modéré et écrit de la manière qu'il faut, pour être lu de nos jours. „

La manière du R. P. Portmans est absolument scientifique. A l'étude personnelle et approfondie des saints Évangiles, dont il fournit la preuve à chaque ligne, il n'a pas hésité à joindre la lecture, l'examen consciencieux des auteurs les plus en vogue, qui furent et qui resteront encore longtemps les maîtres de l'école rationaliste. C'est une justice à lui rendre : il n'a pas voulu dénigrer ses adversaires, ni déprécier leurs œuvres, sur une simple lecture; il les a étudiés, disséqués ; il a pesé leurs raisons les meilleures, il ne craint pas de reconnaître leurs mérites avant de mettre à nu leur faiblesse.

Confiants dans leur nombre, ces ennemis ne le sont pas moins dans la bonne trempe de leurs armes et l'habileté de leur stratégie. Mais que peuvent-ils contre l'édifice de notre foi? Quand il eut apprécié et mesuré à sa juste valeur celui qui fut sans doute le plus puissant d'entre eux, le P. Portmans ne put se défendre d'un mouvement de légitime fierté. Lui-même nous redit cette impression, encore vivante dans son esprit et dans son cœur, non moins vivante dans le charme de son récit. " Quand nous commençâmes (p. xv), il y a quelque dix ans, la lecture de la

Nouvelle Vie de Jésus par Strauss, il nous en souvient, ce ne fut pas sans crainte. Quoique fortifié par l'onction sacerdotale, préparé par quinze années d'études spéciales, nous saisîmes, d'une main tremblante, le livre qui a porté la dévastation dans un si grand nombre de consciences. Après nous être signé du signe de la rédemption et avoir imploré le secours de Dieu, nous lûmes d'une haleine, par une longue soirée d'hiver, quatre-vingts pages du volume... Puis, à un moment donné, nous tombâmes à genoux, et ce cri s'échappa de notre poitrine : Seigneur ! n'est-ce que cela qu'on objecte contre la vérité de votre Évangile !... Grâce à Dieu, et à la lumière de nos connaissances, nous vîmes avec tant d'évidence la fausseté de tout l'attirail rationaliste, que les saints livres en reçurent, à nos yeux, une confirmation nouvelle... „

Cette confirmation sera donnée aussi à tout croyant qui lira les pages du P. Portmans. Il a voulu, certes, qu'elle fût vigoureuse, la revanche prise au nom du Christ contre ses détracteurs et ses blasphémateurs. “ *Il faut que là où l'attaque est plus violente, il y ait redoublement d'efforts pour repousser plus vaillamment l'assaut.* Ainsi s'exprime S. S. Léon XIII, dans sa lettre, si remarquable, adressée aux cardinaux de Luca, Pitra et Hergenrœther. Tel a été aussi notre but en publiant ces pages (p. XVII). „ Mais cette revanche, pour qu'elle fût triomphante, il l'a voulue aussi franche, sans détours, sans nulle apparence de manœuvres déloyales. “ Notre intention (p. XXVI) n'est pas seulement de réfuter, de démolir ; des écrivains de mérite l'ont fait : nous voulons, par les aveux et les mutuelles contradictions des libres-penseurs, établir le dogme capital du christianisme. Nous les laisserons parler, et, loin d'affaiblir la valeur de leurs arguments, nous les présenterons au lecteur dans toute leur force. Agir autrement serait ne pas servir la grande cause à laquelle nous avons voué notre vie, et les coups que nous pourrions porter, retomberaient sur nous, à notre confusion. „

Le moyen de démonstration le plus simple aurait été de s'appuyer sur le quatrième Évangile, celui de saint Jean : c'est “ une épopée divine (p. XVIII), ou, si l'on aime mieux, un puissant et majestueux témoignage à la divinité de Jésus-Christ „. Mais le controversiste, renonçant à cette victoire trop facile, prétend faire subir à ses adversaires une défaite plus entière ; il leur permet de placer la discussion sur un terrain moins mauvais pour eux. C'est par les trois premiers Évangiles que l'auteur veut établir la divinité de Jésus-Christ. Encore fera-t-il abstraction du temps précis où ils ont été écrits et de leurs

auteurs. Il lui serait facile, pourtant, s'il le voulait, de mettre hors de doute leur authenticité. Ne suffirait-il pas de presser un peu cet aveu échappé à M. Renan : “ En somme, j'admets comme authentiques les quatre Évangiles canoniques. Tous, selon moi, remontent au premier siècle et ils sont à peu près des auteurs à qui on les attribue. „ Mais il plaît au P. Portmans de faire la part large et belle à l'incrédulité et à la libre-pensée.

Le terrain choisi et bien déterminé, reste à marquer le plan que l'auteur s'est tracé et le but qu'il poursuit. “ Nous allons (p. xxv) nous livrer à l'étude de l'Évangile considéré en lui-même, faire l'analyse intrinsèque de l'écrit, l'examiner au point de vue moral, historique et philosophique. Ainsi, cités au tribunal de la pure raison, soumis à un examen attentif, rigoureux et impartial, ces Évangiles, qui ont une existence constatée, de l'avis de tous, dès le commencement du deuxième siècle, rendront un témoignage décisif à Jésus-Christ dont ils proclament la divinité par chaque verset, et je dirai par chaque mot. Serait-ce tout ? Non, la prétendue contradiction entre l'Évangile de saint Jean et les synoptiques s'évanouira du même coup, et nous en montrerons la parfaite harmonie. La conclusion des synoptiques est la même que celle de Jean : Ils ont écrit *toutes ces choses pour que vous croyiez que Jésus-Christ est le Fils de Dieu, et qu'en le croyant, vous ayez la vie !* „

Cette conclusion ressort de sept études successives : 1re. La *naissance* de Jésus-Christ est la naissance d'un Dieu. — 2e. Les *débuts* de Jésus-Christ sont les débuts d'un Dieu. — 3e. Les *œuvres* de Jésus-Christ sont les œuvres d'un Dieu. — 4e. Les *affirmations* de Jésus-Christ sont les affirmations d'un Dieu. — 5e. Les *institutions* de Jésus-Christ sont les institutions d'un Dieu. — 6e La *passion* et la *mort* de Jésus-Christ sont la passion et la mort d'un Dieu. — 7e. La *résurrection* de Jésus-Christ est la résurrection d'un Dieu.

Nous ne pouvons songer à faire connaître en détail ces *études*. Par la nécessité même du plan, elles renferment l'analyse du texte évangélique, dont tous les traits, mis en lumière, sont opposés aux sophismes des rationalistes et vengés de leurs attaques. Cette marche nous fait rencontrer une à une toutes les difficultés. Exposé très saisissant, souvent d'un intérêt entraînant, riposte vigoureuse, savante et péremptoire, où ne déplaît pas, jeté avec modération et bon goût, le sel d'une fine ironie, que faut-il de plus pour qu'un livre soit d'une lecture fort agréable en même temps que solide et instructive ?

Arrêtons-nous quelque peu à la troisième étude (Les Œuvres de Jésus-Christ, pp. 94-208); elle confine de plus près à l'objet propre de cette *Revue*.

Il était nécessaire que Jésus fît des œuvres divines. Ces œuvres divines sont les miracles.

Mais le miracle est, d'après la philosophie positiviste, " de toutes les absurdités la plus colossale „.

Dans une argumentation serrée et incisive, l'auteur réduit M. Littré à convenir que la croyance aux miracles est *partout et toujours*, " aux époques primitives et aux temps les plus historiques „. Universelle aux siècles passés, elle ne l'est guère moins de nos jours. Parmi ceux qui la rejettent, " bien peu, comme l'avoue M. Renan, ont le droit de ne pas croire au christianisme „.

Les raisons alléguées contre le miracle par les sommités de l'école positiviste, Littré, M. Renan, Strauss, sont d'une incroyable insuffisance. On les a souvent réfutées; pourtant il n'était pas hors de propos d'en montrer de nouveau, rapidement mais victorieusement, l'inanité. Avec quelle légitime complaisance on se repose ensuite dans les lumineux enseignements de S. Thomas. Bien mieux que les rationalistes, plus ou moins sceptiques, l'Ange de l'école s'est élevé, dans la théorie du miracle, à " la hauteur d'une vraie philosophie „. " Dieu (p. 115) a voulu l'univers et il en a réglé les lois; ces lois sont constantes, mais elles ne sont pas nécessaires, puisqu'elles émanent de Dieu, non par nécessité naturelle, mais par un décret de sa souveraine liberté. Sa volonté les a établies, sa volonté les peut suspendre : le nier, ce serait amoindrir Dieu et affirmer que l'œuvre est indépendante de l'ouvrier divin. Dieu peut donc agir en dehors de l'ordre actuel, soit en produisant les effets des causes secondes sans elles, soit en faisant naître des effets qui sortent de leur cercle d'opération.

„ Dieu, disons-nous, opère des miracles pour des fins dignes de sa sagesse et de sa bonté. Quelle fin plus grande peut se présenter, même à Dieu, que d'affirmer sa présence en ce monde, d'entourer de l'éclat des miracles son apparition dans la nature humaine? Si jamais le miracle est nécessaire, c'est dans ce cas : Dieu, en se faisant homme, a dû agir en Dieu. „

Or il l'a fait. Jésus-Christ a fait des miracles innombrables, dans *le monde matériel et animal* (pêche miraculeuse, multiplication des pains, Jésus marchant sur les eaux, malédiction du figuier stérile), dans *le monde humain* (guérisons et résurrections), dans *le monde des esprits* (expulsion des démons, appari-

tion de Moïse et d'Élie dans la Transfiguration); et par là il a attesté sa divinité.

Ces trois catégories de miracles fournissent la matière de trois chapitres, où nous voyons briller partout, à un degré presque égal, les qualités de solidité, de profondeur, de clarté et les autres que nous avons louées plus haut. Citons, à titre d'exemple, une étude de texte. Après avoir raconté le fait de la multiplication des pains, rangé par le penseur allemand " parmi les impossibilités extrêmes „ : " C'est inouï ! continue l'auteur (p. 127). Entre les mains de Jésus, cinq pains suffisent amplement à l'alimentation de cinq mille hommes. C'est inouï, nous le répétons, et néanmoins cela est. Car, où est ici la trace d'une légende? Le récit, qui a passé sous les yeux du lecteur, est d'un témoin oculaire; il est confirmé par la déposition analogue, mais plus détaillée, d'un autre témoin; deux écrivains contemporains le rapportent dans ses circonstances essentielles. La critique la plus difficile ne trouve pas de contradiction entre eux. La naïveté de leur déposition a un charme infini : comme ils laissent entrevoir l'inquiétude des disciples à la tombée de la nuit, à la vue d'une si grande multitude ; puis ces réflexions pleines de bon sens, trahissant un embarras extrême : *Il faudrait du pain pour deux cents deniers!* Et cette autre, à propos de la découverte d'une maigre provision : *Qu'est-ce que cela pour une si grande multitude!* Ils se permettent de donner un conseil au divin Maître : *Renvoyez ce monde.* L'affirmation de Jésus les étonne : *Donnez-leur vous-mêmes à manger; faites asseoir la foule!* Ils obéissent, plus désireux de savoir ce qui se prépare que la multitude elle-même. Enfin le moment solennel arrive : aucun geste, aucun signe du Sauveur ne leur échappe, ni l'acceptation du pain, ni le regard vers le ciel, ni la bénédiction... Ensuite, que s'est-il passé? Jésus leur a remis du pain; ils en ont donné à la foule; celle-ci a été rassasiée; on a emporté douze corbeilles de restes. Mais comment les pains se sont-ils multipliés? Ils n'en disent rien; ils l'ignorent. Ils constatent les deux points extrêmes du miracle : il y avait, d'un côté, cinq pains et deux poissons; de l'autre, cinq mille hommes, sans compter les femmes et les enfants, pleinement rassasiés. Entre ces deux points extrêmes, qu'est-il arrivé? *Jésus a pris les pains et il les a bénis.* „

Est-il possible de mettre mieux en relief, avec plus de persuasive simplicité, avec une vérité plus vive, soit la sincérité des narrateurs, qui rend le récit évidemment croyable, soit les circonstances naturellement inexplicables, qui en montrent le caractère évidemment miraculeux?

En parlant des miracles dans *le monde humain*, l'auteur rencontre sur sa route l'*hypnotisme*, cet ingénieux moyen d'explication dont l'école rationaliste fait aujourd'hui si enthousiaste et si continuel usage. Transporté en plein domaine scientifique, le P. Portmans fait preuve d'une grande prudence et d'une sage réserve; mais, tout en laissant à d'autres le soin d'étudier de plus près des phénomènes encore mystérieux par tant d'endroits, il se contente de présenter six observations (p. 177), qui mettent hors de conteste cette affirmation capitale : " Quoi qu'il en soit, nous soutenons — et telle est notre thèse — que ces effets *(ceux de l'hypnotisme)*, si certains, si merveilleux soient-ils, ne supportent pas la comparaison avec les miracles de Jésus-Christ. L'hypnotisme doit s'incliner devant l'Évangile, comme la baguette des magiciens d'Égypte devant la verge d'Aaron. „

Une circonstance très notable dans les miracles du Christ, c'est le calme sublime qu'il met à les accomplir. " Nous l'avouons (p. 206), les miracles de Jésus, dans le monde matériel, tels que l'Écriture les rapporte, sont moins nombreux que ceux de Moïse, dans le même ordre. Ils inspirent moins de terreur; l'imagination n'en est pas saisie au même degré. Néanmoins combien ils l'emportent! Moïse hésite quelquefois; Jésus possède le calme le plus parfait, l'assurance la plus complète. Moïse laisse parfois échapper un cri d'étonnement; accomplir des prodiges paraît chose naturelle au Christ. L'antique législateur juif opère des choses merveilleuses au nom de Jéhovah, et il le proclame ; Jésus agit de lui-même et en son propre nom. „

Plus fréquents sont les miracles dans le monde humain, dus à la paternelle bonté du Sauveur. C'est dans le monde spirituel surtout que cette bonté éclate. Le démon vaincu proclame la puissance de Jésus et reconnaît le Maître. Cet aveu, arraché à l'évidence, Dieu le Père l'avait d'avance confirmé au baptême de Jésus, en le proclamant son Fils bien-aimé; à cette attestation il ajoute, sur le Thabor, cet ordre, qui s'adresse à l'humanité entière : *Ecoutez-le.*

Voilà les preuves qui justifient pleinement la conclusion de cette *étude* (p. 207) : " Aux affirmations audacieuses et contradictoires de l'incrédulité nous avons opposé la lumière que les textes sacrés apportent avec eux et les résultats d'un labeur patient. Avons-nous convaincu le lecteur? Nous osons l'espérer. „ Oui, certes, avec raison ; et, pour que cet ouvrage fasse un grand bien à beaucoup, incrédules ou croyants, nous voulons seulement espérer que beaucoup le liront.

Ch. Houze, S. J.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ANTHROPOLOGIE

—

Paléontologie stratigraphique de l'homme (1). — M. Boule a résumé d'une façon très remarquable, dans la *Revue d'anthropologie*, les connaissances acquises pendant les dernières années touchant la stratigraphie quaternaire, dans ses rapports avec les plus anciennes traces de l'homme. L'habile géologue étudie les phénomènes glaciaires, dans les différentes régions de l'Europe et de l'Amérique. Il pense, avec raison, qu'on peut y trouver d'excellents jalons stratigraphiques, conduisant à des conclusions bien plus sûres que les considérations empruntées à la paléontologie et à l'archéologie.

A la fin de l'époque miocène, les chaînes de montagnes reçoivent leurs poussées définitives. Leurs sommets, portés à de grandes altitudes, font l'effet de condenseurs et déterminent la formation de précipitations atmosphériques abondantes, favorisées par un climat humide et chaud. Ils deviennent le siège de vastes glaciers, qui acquièrent, pendant les temps pliocènes et une partie du quaternaire, une importance considérable. M. Boule croit à la périodicité des phénomènes glaciaires, c'est-

(1) *Revue d'anthropologie* de Paris (année 1888).

à-dire à des phases de recrudescence séparées par des périodes de retrait des glaciers. Il y aurait eu trois périodes de grande extension des glaciers comprises entre la faune à *Mastodon arvernensis* et la faune à *Elephas meridionalis,* entre cette dernière et la faune à *Elephas antiquus,* puis enfin après la faune à *Elephas antiquus.* Ainsi l'*Elephas meridionalis* et l'*Elephas antiquus* représenteraient deux périodes interglaciaires. On donne comme preuve de ces alternances le fait souvent observé d'alluvions fluviatiles, de couches de lignites, de forêts fossiles, enfouies et intercalées au milieu des dépôts glaciaires. Ces alluvions, ces lignites, ces bois fossiles, représenteraient autant de périodes interglaciaires. M. Boule admet que les différentes phases de l'époque glaciaire ont été simultanées, au moins dans toute l'Europe. Malgré ces alternatives de climats, la faune ne cessa de se modifier lentement et de s'acheminer, sans transition brusque, vers sa forme actuelle. On pourrait, en s'appuyant sur la paléontologie, diviser le quaternaire en trois étages caractérisés par les trois éléphants qui se succèdent chronologiquement, l'*Elephas meridionalis*, l'*Elephas antiquus* et l'*Elephas primigenius.*

Mais il est particulièrement intéressant de rechercher, dans chaque région, à quel moment précis de l'histoire des glaciers l'homme fait son apparition. Les avis sont très partagés relativement à cette classification par les glaciers. Prenons par exemple pour point de départ les gisements paléolithiques dits chelléens, que l'on s'accorde à considérer comme les plus anciens de la série quaternaire. Pour M. de Mortillet, en France, pour MM. Hicks et Boyd Dawkins, en Angleterre, ils seraient préglaciaires. MM. Geikie et Penck les tiennent pour interglaciaires. MM. Prestwich, Evans et la majorité des géologues anglais les croient post-glaciaires.

M. Boule forme deux catégories de ces gisements. Les uns, situés dans les régions glaciaires, se présentent en relation stratigraphique avec les terrains glaciaires. Les autres se trouvent dans des régions où il n'y a jamais eu de glacier. Les premiers seuls peuvent donc servir pour une classification stratigraphique. Partout où on les observe, ils sont superposés à des moraines; mais on constate que ce ne sont jamais les moraines les plus récentes. D'où M. Boule conclut qu'ils doivent correspondre à une des périodes interglaciaires, contemporaine, d'après la faune associée, de l'*Elephas antiquus.* Quant aux gisements de la seconde catégorie, la faune qui les accompagne permet de les assimiler à ceux de la première. Cette théorie, très habilement développée

par M. Boule, peut être néanmoins combattue avec des arguments très sérieux.

La preuve qu'on invoque en faveur de la périodicité des époques glaciaires, les intercalations d'alluvions, de lignites, les forêts enfouies au milieu des formations erratiques sont des faits qui se produisent encore sur la limite des glaciers actuels, par suite de leurs oscillations. Aussi bon nombre de géologues se refusent-ils à admettre la théorie de la périodicité, qui ne leur paraît pas suffisamment établie. Tous les faits observés se résumeraient, d'après ces derniers, à de simples oscillations pendant une seule et unique période glaciaire.

D'ailleurs, la date de l'apparition de l'homme en Europe est indépendante de la solution que pourra recevoir cette question. L'homme est-il venu avant ou après la période glaciaire? Sur l'extrême limite des régions envahies par les glaciers quaternaires, on trouve parfois des stations chelléennes reposant sur des moraines. On ne peut donc douter que ces stations soient réellement postérieures à l'époque où les glaciers atteignirent leur plus grande extension. Mais elles peuvent être antérieures à la période de retrait définitif, car les vestiges chelléens manquent au centre des régions glaciaires. Ce fait crée une simple présomption en faveur de l'homme interglaciaire. On pourrait objecter que, si l'homme chelléen n'a pas laissé ses traces dans les districts occupés par le terrain erratique, c'est qu'il n'y trouvait pas les matériaux nécessaires à son industrie. Dans tous les cas, on est en droit d'attendre, avant de se prononcer, des preuves plus positives. On cite deux exemples seulement de vestiges de l'industrie humaine intercalés au milieu de formations glaciaires : la fameuse natte de Wetzikon et le gisement paléolithique de la grotte de Cae Gwyn, dans le pays de Galles. Mais ces faits sont encore trop controversés pour entraîner une conviction absolue.

Sur une période chaude survenue entre l'époque glaciaire et l'époque actuelle (1). — Les conifères des hautes régions alpestres et pyrénéennes croissaient autrefois à des altitudes bien plus élevées qu'aujourd'hui. M. Vallot en a cherché l'explication. Il ne croit pas que cela puisse résulter de l'épuisement du sol. En effet, il n'y aurait pas, dans ce cas, suppression complète de la végétation forestière, mais remplacement de certaines

(1) *Journal de botanique*, Paris, 15 juillet 1888.

essences par d'autres. Le fait constaté paraît tenir plutôt à un changement de climat, confirmé par d'autres observations. Ainsi, tous les glaciers de la Suisse sont en progression depuis la fin du moyen âge. Collomb, Agassiz l'ont prouvé par de nombreux exemples. Ici, des passages autrefois très fréquentés se trouvent interceptés; là, des forêts trois fois séculaires ont été emportées; ailleurs, des villages entiers ont disparu sous le glacier. Ces effets sont exactement de la nature de ceux qu'on évoque en faveur de l'hypothèse des périodes interglaciaires. Cependant, dans les Alpes, ils résultent bien manifestement de simples oscillations.

Sépultures paléolithiques (1). — On a rencontré fréquemment des ossements humains dans les gisements paléolithiques: à Solutré, à Cro-Magnon, à Sordes, à Furfooz, à Menton, à Spy, etc. Faut-il y voir la trace de sépultures contemporaines des gisements ? Les opinions sont partagées. Une certaine école archéologique a décidé *à priori* qu'il ne pouvait pas y avoir de sépultures quaternaires, mais que des mélanges s'étaient produits souvent, par suite d'ensevelissements relativement récents au milieu de gisements plus anciens. M. d'Acy a combattu victorieusement cette assertion, dans ce qu'elle avait de trop général. Passant en revue les gisements les plus fameux, notamment ceux de Menton et de Spy, il a montré qu'il ne pouvait y avoir aucun doute sur l'authenticité des sépultures quaternaires qu'on y a rencontrées. C'est aussi l'opinion d'un érudit très compétent, M. Cartailhac. Mais il croit que les squelettes n'étaient déposés dans les grottes qu'après avoir été préalablement décharnés, ce qui explique le désordre dans lequel se trouvent parfois les ossements.

L'anthropophagie quaternaire (2). — La rencontre d'ossements humains épars au milieu des débris d'habitation de l'époque quaternaire a souvent donné lieu à une autre interprétation et à de graves accusations contre nos ancêtres des âges primitifs. D'après M. le Mis de Nadaillac, on ne pourrait douter que l'anthropophagie ait été généralement pratiquée à cette lointaine époque. Le savant archéologue cite les ossements brisés, raclés, striés, recueillis par plusieurs observateurs. Mais, si l'on admet la théorie du décharnement de M. Cartailhac, tous

(1) *Bullet. Soc. d'anthrop. de Paris*, séance du 2 février 1888.
(2) *Bullet. Soc. d'anthrop. de Paris*, 1888, pp. 27, 62.

ces faits s'expliqueraient sans qu'il soit besoin de recourir à l'anthropophagie.

M. de Mortillet ne croit pas à l'anthropophagie quaternaire, pour un autre motif. Cet usage, pense-t-il, a toujours une cause mythique ou religieuse. Or, l'homme quaternaire ne devait avoir aucune idée religieuse. Donc il ne pouvait pas être anthropophage.

Cette argumentation n'est pas difficile à renverser. M. Bordier s'en est chargé et a rappelé, dans un mémoire lu à la Société d'anthropologie de Paris, les circonstances diverses dans lesquelles l'habitude de l'anthropophagie prend naissance.

Elle est toujours inspirée, à l'origine, par le besoin et le défaut d'alimentation animale. Le goût de la viande humaine une fois acquis, il faut le satisfaire. On respecte les hommes de sa tribu, mais on mange l'ennemi vaincu, ou le criminel condamné à mort. De là l'anthropophagie guerrière et l'anthropophagie juridique. Sous l'influence des idées mythiques ou superstitieuses, on voit cette abominable coutume prendre un caractère religieux.

L'homme quaternaire était trop bien partagé sous le rapport de l'alimentation animale, pour qu'on puisse l'accuser d'anthropophagie sur de vagues indices.

L'industrie mégalithique en Tunisie. — M. le Dr Bertholon a publié un intéressant mémoire sur la distribution des monuments mégalithiques en Tunisie (1). Ils occupent une région limitée au nord par la mer, au sud par un croissant de montagnes partant des Bibans, courant au S-E jusqu'à Thebessa, pour remonter au N-E par Teboursouk jusqu'au cap El-Mektki, entre Bizerte et l'embouchure de la Medjerda. En dehors de ces limites, on signale le groupe de Djelfa et celui de l'Enfida. Ces monuments, construits en matériaux de petite dimension, si on les compare à ceux de la Bretagne par exemple, répondent à deux types bien connus, le dolmen et l'allée couverte. Ce dernier type paraît limité à la région comprise entre Ellez et Henchir-Meded.

D'après M. le Dr Rouire (2), les dolmens de la plaine de l'Enfida sont au nombre 800 environ, et occupent une surface de 250 hectares. Ils consistent en une petite chambre formée de quatre

(1) *Matér. pour l'hist. primit. de l'homme.* Paris 1888, p. 416.
(2) *Ibid.*, p. 373.

dalles debout, qui en supportent une cinquième servant de toit. La plus grande dimension des dalles ne dépasse pas 1 mètre à $1^{m},50$. Des enceintes circulaires, sortes de cromlechs formés de blocs calcaires, enveloppent un ou plusieurs dolmens. M. le Dr Rouire a retiré de ces monuments des fragments d'os humains et des débris de poterie qui attestent leur destination funéraire.

L'âge de la pierre au Congo (1). — M. le capitaine Zboïnski, envoyé par S. M. le roi des Belges en mission au Congo, en 1884-85, a observé sur la rive gauche du fleuve, dans la région des cataractes, aux environs de Manyanga-Sud, un champ couvert de silex taillés, parmi lesquels se remarquent des grattoirs et des perçoirs, conformes aux types néolithiques européens. M. Zboïnski a trouvé aussi des silex taillés dans les possessions portugaises, dans la région des Mossamédès, ainsi que dans la plaine Girault.

ADRIEN ARCELIN.

ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE.

Une nouvelle revue d'ethnographie. — On sait que l'ethnographie a pour auxiliaire indispensable l'étude des produits industriels des peuples, et rien ne remplace ces monuments pour la connaissance exacte des mœurs et des coutumes. Mais il n'est pas toujours facile aux ethnographes d'avoir sous la main ces précieux instruments de travail, et les musées mêmes ne sauraient tous posséder l'ensemble de ces matériaux.

C'est pour remédier à cette situation que MM. Bahnson de Copenhague, Guido Cora de Turin, Dozy, Schmeltz et Serrurier de Leyde et Petri de Saint-Pétersbourg ont fondé une nouvelle revue : *Internationales Archiv für Ethnographie*. Ce recueil a pour but principal la publication des divers objets ethnographiques que renferment les musées, afin de rendre leur étude comparée

(1) *Matériaux*, 1888, p. 308.

abordable à un plus grand nombre de travailleurs. Comme de juste, la préférence est, du moins pour le moment, accordée aux acquisitions nouvelles, et la revue est ouverte avant tout aux résultats des récentes explorations.

La reproduction chromolithographique préoccupe surtout l'attention des directeurs de la nouvelle revue, et on doit leur rendre cette justice que, pour un prix minime, ils fournissent des planches d'une exécution artistique remarquable, à en juger par les premières livraisons que nous avons eues sous les yeux.

M. le Dr Serrurier compte beaucoup sur l'œuvre entreprise pour donner une impulsion plus grande à cette partie de la science ethnographique qu'il propose de nommer *ethnologie analytique*, c'est-à-dire, l'ethnologie qui s'attache davantage à l'étude des *artefacta* des différents peuples, tandis que l'*ethnologie synthétique* s'occupe plus spécialement des institutions sociales et des idées religieuses.

Francs Saliens et Francs Ripuaires. — Les questions relatives à l'ethnographie des Francs ont toujours préoccupé et parfois même passionné les archéologues belges. Aussi bien, les nombreuses nécropoles fouillées, surtout dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, ont fourni un grand nombre d'éléments pour la solution du problème. Il reste cependant des points obscurs.

Au dernier congrès d'archéologie tenu à Charleroi, la question des Francs a été longuement discutée. M. le baron J. de Baye a d'abord insisté sur l'importance des travaux qui tendent à préciser le caractère ethnique des envahisseurs de l'Europe à l'époque barbare. En particulier, il est indispensable de rattacher l'étude des tribus franques à celle des autres peuples germaniques (1).

La Belgique, où leurs traces se sont retrouvées nombreuses, est dans une situation très favorable pour approfondir l'ethnographie des Francs. Mais il manque aux découvertes une interprétation rationnelle. C'est pour y arriver que les congrès d'archéologie qui se réunissent en Belgique depuis quatre ans ont mis à l'étude la question suivante : " On a retrouvé, sur les différentes parties du sol belge, les traces archéologiques, sépultures et autres restes, des incursions et des établissements des peuplades franques, qui eurent lieu à différentes époques et qui

(1) Cfr J. de Baye, *Les Francs Saliens et les Francs Ripuaires, au Congrès de Charleroi, en 1888*, p. 9.

sont signalés dans les auteurs latins. Le texte de ces écrivains est parfois assez vague. En se basant sur les découvertes archéologiques actuelles, peut-on essayer avec fruit d'étayer ces textes et de préciser les époques et les contrées où il faut placer ces incursions et ces établissements ? „

Dans le recueil des Mémoires du congrès de Charleroi (1), M. Van Bastelaer a présenté un essai, peut-être prématuré, de division de l'époque franque en Belgique. Il distingue trois périodes : la première est celle des *Sicambres,* inaugurée vers le troisième siècle et dont les restes se rencontrent surtout dans le nord. A la deuxième époque apparaissent les *Saliens*, depuis la seconde moitié du IIIe siècle jusqu'au IVe. C'est la période des colonisations franques, établies par les vainqueurs sous la dénomination de *Lètes*. Ces colonies s'installent principalement vers le centre et l'ouest. Enfin, au Ve siècle, dans le grand mouvement qui précipite la chute de l'empire romain, les *Ripuaires* suivent le cours de la Meuse et aboutissent dans l'Entre-Sambre-et-Meuse.

On ne possède aucune donnée archéologique relative à la première époque dite des Sicambres. Les deux autres époques seraient nettement tranchées, d'après M. Van Bastelaer, par les divergences constatées dans les cimetières francs de Belgique, où l'on a distingué les nécropoles avec influence romaine accentuée des cimetières barbares sans influence romaine. Toutefois, il n'est pas encore avéré que ces nuances accusent deux périodes successives : rien ne répugne à ce qu'on y voie deux catégories contemporaines. C'est la principale réserve qui nous paraît devoir être faite sur les conclusions de M. Van Bastelaer.

M. Kurth, professeur à l'Université de Liège, a soutenu une thèse des plus radicales en niant absolument l'existence des Francs dans le sud de la Belgique; pour lui, les tombes attribuées aux Francs sont des sépultures belgo-romaines. Les restes qu'on y trouve appartiennent à des Romains habillés et armés à la mode barbare. Voici comment M. Kurth croit pouvoir démontrer cette assertion. Il y a contradiction formelle entre les données historiques et les faits archéologiques. S'il faut en croire les conclusions de l'archéologie, les provinces wallonnes actuelles auraient été envahies par les Francs. Or les textes disent le contraire. Il y a d'abord celui d'Ammien Marcellin, auteur du IVe siècle, qui rapporte que, vers cette époque, Julien l'Apostat battit les Francs en

(1) Deuxième fascicule, p. 173.

Campine, et leur permit d'y demeurer sous la dépendance de l'Empire. En second lieu, la *Notitia Imperii* constate qu'au ve siècle la domination romaine s'étendait en Gaule jusqu'à une limite qui peut être représentée par une ligne tirée de Boulogne à Tongres. Un troisième texte, de Sidoine Apollinaire, nous apprend que les Francs furent vaincus par les Romains dans l'Artois, jusqu'où ils s'étaient avancés.

De ces trois textes, il semble résulter qu'au commencement du ve siècle, les Francs n'étaient pas encore établis dans la région wallonne.

Il y a plus : M. Kurth trouve aussi un argument dans la toponymie, qui est l'étude des noms de lieux et qui fournit souvent des indications précieuses pour l'ethnographie. S'il est vrai, en effet, que la frontière linguistique actuelle qui divise le pays en deux parties bien distinctes existait déjà au ve siècle, on peut conclure que les Francs ont été établis partout où nous trouvons aujourd'hui des communes flamandes, et les Gallo-Romains, au contraire, sur l'emplacement des communes wallonnes.

On a pu objecter à M. Kurth que l'on recueille dans les tombes dites franques de l'Entre-Sambre-et-Meuse un mobilier qui trahit manifestement des mœurs et des usages francs. M. Kurth explique cette anomalie par l'hypothèse que les populations vaincues ont rapidement adopté les idées et les coutumes des vainqueurs. D'autre part, les vainqueurs admirent les Gallo-Romains aux emplois publics, surtout aux fonctions militaires. Les Gallo-Romains prirent des noms francs et portèrent des costumes francs.

Enfin, si les restes de toutes les tombes découvertes appartenaient à des Francs, où sont demeurés ceux des Gallo-Romains? On peut répondre en demandant à M. Kurth ce que sont devenus les squelettes des populations des VIIIe, IXe, X^e et XIe siècles. Il est à remarquer que les Francs prenaient pour la sépulture de leurs morts les plus grandes précautions.

L'anthropologie ne saurait souscrire à la théorie de M. Kurth. Elle est d'accord avec l'archéologie pour attester que les caractères les plus purs de la race germanique persistent dans les squelettes trouvés dans les tombeaux francs. Du reste, les sépultures d'origine teutonique se distinguent aisément en Belgique des sépultures belgo-romaines : dans les premières, l'inhumation est seule en usage, les secondes sont exclusivement des résidus d'incinérations. Le mobilier offre aussi un moyen aisé de distinguer les sépultures.

M. Wauters, archiviste de Bruxelles, a exposé un système (1) qui se rapproche des idées de M. Kurth. Il fait observer que les Francs Saliens occupèrent la Campine vers le milieu du VIe siècle, mais peu à peu leur puissance s'accrut et ils conquirent une grande partie de la Gaule. Les Ripuaires, au contraire, n'ont pas pénétré si loin et paraissent s'être cantonnés sur les rives du Rhin ; car rien dans la toponymie wallonne n'indique une colonisation ripuaire. Quant aux tombeaux retrouvés dans les Ardennes et l'Entre-Sambre-et-Meuse, ils sont ceux d'auxiliaires francs chargés de défendre l'Empire.

Tel n'est pas l'avis de M. Bequet, directeur du musée de Namur : car la thèse de M. Wauters laisse supposer un nombre beaucoup trop considérable de postes francs et de postes saliens beaucoup trop rapprochés les uns des autres. Et puis, les auxiliaires dont parle M. Wauters étaient échelonnés le long du Rhin. En outre, on peut distinguer, dans la province de Namur, des cimetières ripuaires et des cimetières saliens : pour M. Bequet, les cimetières de Furfooz, de Spontin et de Samson appartiennent aux Francs Ripuaires, tandis que les sépultures de Wancennes sont absolument saliennes (2).

Cette diversité d'opinions, que nous avons fidèlement exposée, semble indiquer que, si des recherches sérieuses ont été faites, la conclusion définitive du problème ethnique qui se pose au sujet des Francs en Belgique n'est pas encore trouvée.

Les Ossètes (3). — Dans les gorges du Caucase, à peu près au point milieu de cette puissante chaîne qui relie la mer Noire à la Caspienne, entre Ekaterenograd, au nord, et Tiflis, au sud, le mont Elbrouz à l'ouest et le pic Kazbek à l'est, a survécu un peuple de race éranienne, les Ossètes.

Il y a toutefois des opinions divergentes sur leur caractère ethnique, et quelques auteurs ont prétendu que les Ossètes étaient d'origine juive. Mais les arguments qu'on produit ne sont pas convaincants : car la vie patriarcale est encore aujourd'hui menée par des tribus à demi nomades de l'Asie centrale qui n'ont rien de sémitique, et le mariage de la veuve avec son beau-

(1) *Bulletin de l'Acad. de Belgique*, 1888, n° 6, p. 991.

(2) On peut lire le développement complet de la thèse de M. Bequet dans le travail qu'il vient de publier, *La Belgique avant et pendant les invasions des Francs*. Extrait du t. XVIII des Ann. de la Société archéol. de Namur.

(3) *Journal of the royal asiatic Society of Great Britain and Ireland*, t. XX, July 1888, pp. 364-412.

frère n'est pas une coutume exclusivement propre aux Juifs. L'Inde et la Grèce la pratiquèrent jadis, les Kirghiz et d'autres hordes turco-tatares la pratiquent encore aujourd'hui.

On a voulu aussi rattacher les Ossètes aux Germains en vertu de certains rapprochements linguistiques, comparaisons illusoires qui ne reposent sur aucun fondement.

L'opinion la plus plausible est celle qui voit dans les Ossètes une population éranienne, c'est-à-dire descendant des anciens Bactriens dont Zoroastre fut le législateur social et religieux. Voici les principales preuves qui appuient cette thèse : Il y a identité de rites funéraires ; les Ossètes, comme les Éraniens, évitent soigneusement le contact du cadavre avec la terre et dressent leurs tombes à plusieurs mètres du sol. Puis, l'épigraphie de la Russie méridionale atteste la présence de colonies éraniennes dans les plaines au nord du Caucase à une époque très ancienne. Enfin le nom national d'*Iron* qu'ils se donnent et celui d'*Ironistan* par lequel ils désignent leur pays semblent plaider en faveur de leur origine éranienne.

Les Ossètes ne sont plus fort nombreux, la population dépasse à peine le chiffre de cent mille hommes. Ils sont divisés en un certain nombre de clans occupant les différents défilés arrosés par les affluents du Terek : en marchant de l'ouest à l'est, nous trouvons les *Digoriens* le long de l'Urukh, les *Alaghirs* sur les rives de l'Ardon, les *Kurtatiens* près du Sandon et du Fiagdon, les *Taghauriens* au bord du Ghizeldon. Voilà pour les Ossètes qui habitent au nord du Caucase; au sud vivent les *Tualtsi* ou *Tualta*.

La langue des Ossètes comprend deux dialectes, le digorien et l'ironien; l'idiome parlé par les Ossètes Tualtsi est un sous-dialecte de l'ironien.

Les Ossètes ne sont pas groupés en centres très importants, mais par familles ; les campements prennent le nom de la localité où ils s'établissent ou bien, s'il n'y a pas de dénomination antérieure, celui de la tribu. Ces campements portent le nom de *kau* ou *gau*. On en distingue de trois sortes : ceux où toutes les familles sont apparentées entre elles et cultivent leurs champs en commun, ceux qui ont partagé la propriété rurale entre les différentes familles, ceux qui ont adopté un système mixte et où quelques familles vivent en communauté, tandis que d'autres ont divisé les terres. Cette dernière organisation sociale est la plus fréquente.

Le sentiment de la famille constitue la base du culte des

Ossètes : c'est ce que prouvent l'importance du foyer et la piété pour les ancêtres. Au foyer d'un Ossète, le feu est constamment allumé et il personnifie la famille, à ce point que pour souhaiter du mal à quelqu'un on dit : " Puisse ton feu s'éteindre ! „ La chaîne qui suspend le chaudron au-dessus de l'âtre est associée aux cérémonies les plus solennelles de la vie. Aussi est-il défendu de la toucher sans motif grave. Elle est l'instrument sur lequel on fait les serments et au moyen duquel on valide les contrats.

Le culte des ancêtres provient de l'idée que les Ossètes se font de la vie future. Pour eux, le mort a les mêmes besoins que les vivants. Aussi, à diverses époques de l'année, porte-t-on de la nourriture sur les tombeaux. En outre, les âmes des défunts sont censées prendre part encore à toute la vie, à tous les actes importants de leur famille.

Les langues de la vallée du Zerafschan (1). — La vallée du Zerafschan est située au nord-ouest du plateau de Pamir. Au point de vue du langage, on peut diviser en deux groupes la population qui l'habite : il y a les tribus qui emploient des idiomes turcs et celles qui se servent du persan ; on les nomme en général *Tadjiks*. Les Tadjiks sont très nombreux à Khodjend et à Samarcande ; il y a en outre les Tadjiks des montagnes ou *Galtchas* (2). La langue que parlent ces peuplades est du persan relativement pur qui, au dire de M. Cust, diffère très peu du persan littéraire.

Les idiomes turcs sont les quatre suivants : le kirghize, le karakalpak, le turcoman et le jagatai ou uzbek. Les trois premiers dialectes se rapprochent intimement, tandis que l'uzbek, qui est seul une langue littéraire, diffère notablement des trois autres. Il faut remarquer toutefois que l'uzbek, par suite de l'étendue considérable du pays sur lequel il est répandu, se ramifie en plusieurs dialectes.

C'est dans les steppes que ces différents langages se sont maintenus le plus purs, en échappant à l'influence de l'Islam : le kirghize surtout est moins imprégné de mots arabes et persans que les autres langues. Au contraire, l'uzbek, même chez le peuple illettré, a subi un fort mélange de persan et surtout d'arabe.

(1) *Journal of the royal asiatic Society of Great Britain and Irland*, t. XX, July 1888, pp. 413-419.

(2) Sur les Galtchas, voir *Revue des quest. scient.*, octobre 1883, p. 398.

Les langues de la Chine avant les Chinois. — Depuis deux ans, M. Terrien de Lacouperie a publié, dans le *Muséon*, de Louvain (1), des articles d'une haute valeur philologique et ethnographique.

Contrairement à l'opinion générale, les Chinois sont loin d'avoir fourni à l'Empire du milieu tous les éléments de sa civilisation. Il y avait, avant leur arrivée, des agglomérations politiques de tribus, nombreuses et puissantes, qui ont laissé leur empreinte, surtout dans le langage. M. Terrien de Lacouperie a essayé de retrouver et de classifier ces anciens idiomes. Voici les principaux résultats de ses longues recherches ; nous devons malheureusement nous borner à un aperçu très sommaire.

Dans le groupe *indo-pacifique*, il y a lieu d'ajouter, à la famille *indo-chinoise*, deux nouvelles sections de dialectes : *le mon-taï*, comprenant cinq dialectes non mélangés et onze dialectes plus ou moins hybrides, et le *mon-khmer* renfermant le cochinchinois ou annamite. A la famille *taï-shan* du même groupe, il faut rattacher quinze dialectes préchinois.

On doit admettre également, avant l'invasion des Chinois, une occupation indonésienne. Mais elle n'a pas laissé de traces dans les langues aujourd'hui en usage.

Si nous passons à la souche *tourano-scythique* (qui est celle de l'ougro-finnois, du samoyède, du turco-tatare), il y a à signaler les additions suivantes : dans le groupe *kareng* de la famille *küenlunic*, on a découvert l'existence d'une branche septentrionale, très ancienne, qui comprend deux dialectes distincts ; le groupe *tibéto-birman* s'est accru maintenant de la branche *naga* se divisant en une ramification occidentale (un dialecte) et une autre orientale (cinq dialectes) ; le groupe *sifan* comptera désormais huit dialectes de plus, et un nouveau groupe de dix dialectes, le *laka-lolo*, a été constaté.

Il nous est impossible de reproduire ici les arguments ingénieux qui appuient toutes ces découvertes : on doit les étudier dans les savants articles de M. Terrien de Lacouperie.

Des conclusions graves pour l'ethnologie de la Chine semblent également ressortir de ces recherches. L'antique grandeur chinoise doit rentrer dans le domaine de la légende ; on n'a pas de raisons non plus de parler de la pureté de la langue chinoise qui résulte, au contraire, de croisements nombreux ; la civilisation

(1) T. VI, 1887, pp. 100-111, 143-155, 251-263, 464-489, 583-608 : t. VII, 1888, pp. 25-48, 197-220, 331-343.

même des Chinois, tant vantée, ne leur appartient pas en propre, ce n'est qu'une importation. Enfin les théories courantes sur les langues monosyllabiques, la formation primitive de tons linguistiques et surtout celle du progrès personnel d'une population isolée ne pourront plus se prévaloir dans la suite de l'appui qu'on avait jusqu'à présent cru trouver pour elles en Chine.

Niu-tchis et Mandchous. — Sur la foi des anciens missionnaires en Chine, les PP. de Mailla, Amyot, Gaubil et de Visdelou, suivis en ce point par plusieurs savants tels que Langlès, Plath, Howorth, von Fries et Wylie, une opinion généralement admise enseignait que le peuple mandchou descendait de ces Niu-tchis du Nan-Hoan qui, au XIIe siècle, fondèrent l'empire dit d'*Aisin* ou de *Kin*, c'est-à-dire d'or. Cette thèse était appuyée surtout par un texte de l'empereur Kang-hi et par la comparaison des deux idiomes niu-tchi et mandchou.

Dans un récent travail (1), Mgr de Harlez a repris l'examen de cette théorie, et il infirme quelque peu les conclusions reçues jusqu'ici. S'il admet que les Mandchous appartiennent à la même famille que les Niu-tchis, il nie qu'ils en soient les descendants : pour lui, les deux langues constituent deux dialectes d'un même idiome; mais ces dialectes sont très distincts et, à côté des analogies, présentent des divergences notables.

Ainsi, sur les cent dix mots du dictionnaire niu-tchi étudié par Wylie, dix à peine se retrouvent exactement en mandchou; une trentaine peuvent y être ramenés, mais diffèrent par les suffixes; et les cinquante mots restants sont entièrement étrangers au mandchou.

Les témoignages historiques semblent également donner raison à la réserve de Mgr de Harlez. Les auteurs de l'*Histoire de Kin*, écrite en mandchou, expliquent à leurs lecteurs les mots niu-tchis qu'ils rapportent parfois dans leurs annales; l'empereur Kien-long, dans le dictionnaire qu'il a fait composer de la langue mandchoue, met le niu-tchi sur le même rang que le mogol; enfin, les empereurs mandchous font traduire en chinois les *Kings* et les *Annales chinoises* qui, au XIIe siècle, avaient été traduits en niu-tchi.

Classification des langues africaines. — M. le capitaine T. G. de Guirandon a présenté, au sujet des essais de classification

(1) *Journal asiatique*, 1888.

des langues africaines qui se tentent un peu partout, les excellentes observations que voici (1) :

Il ne suffit pas, pour arriver à une théorie vraiment scientifique, de parcourir à la hâte la grammaire et le vocabulaire d'un certain nombre de langues africaines, quelque compétence que l'on ait en d'autres branches de la linguistique. Une connaissance approfondie et une étude complète des langues africaines est indispensable pour aboutir dans cette classification. Sans cette précaution, on risque fort de tomber dans l'exclusivisme.

Trop de philologues comptent sur l'idéologie et sur la grammaire générale pour s'orienter dans le dédale des langues du continent noir. Sans doute, l'idéologie est utile, mais elle ne suffit pas, et, prise comme unique base de classification, elle mène à des résultats illusoires : des analogies sur ce terrain peuvent se rencontrer dans des langues appartenant à des familles bien diverses. Un exemple le prouvera : en se basant uniquement sur l'idéologie, on peut rapprocher le mandingue, le nubien, le brahui et le kalinga, c'est-à-dire des langues de l'Asie et de l'Afrique.

J. G.

PHYSIQUE.

Les sources présumées de l'électricité atmosphérique. — L'état électrique de l'atmosphère en un point est entièrement connu, lorsqu'on est parvenu à déterminer les valeurs respectives du potentiel, de la force et de la densité électriques en ce point. Dans les phénomènes électriques, le potentiel a une signification analogue à celle de la température dans les phénomènes de la chaleur : on l'appelle quelquefois, pour cette raison, la température électrique. La force électrique ne diffère pas du pouvoir inducteur ; son expression analytique est donnée par la dérivée du potentiel, prise par rapport à la normale à la surface de niveau qui passe par le point considéré, et changée de signe.

Pour apprécier la valeur du potentiel atmosphérique en un point, on se sert le plus souvent du procédé suivant.

(1) *Journal of the royal asiatic Society*, t. XX, July 1888, p. 458.

Une pointe métallique, dont la base est reliée, par un fil conducteur isolé, à un électromètre placé sur le sol, est élevée jusqu'au point que l'on veut étudier. Si cette pointe est parfaite, l'écoulement électrique se fait rapidement par son extrémité, sous l'influence de l'induction, et le flux électrique ne prend fin que lorsqu'il y a égalité entre le potentiel de l'air, dans le voisinage de la pointe, et celui de l'électromètre. La valeur commune des deux potentiels est alors mesurée par la déviation de l'aiguille de l'électromètre ou, si l'électromètre employé est un électromètre à quadrants, par la déviation du miroir qui fait corps avec l'aiguille.

L'égalité des deux potentiels s'obtient plus rapidement et plus sûrement, lorsqu'on relie métalliquement l'électromètre, non à une pointe métallique, mais à la veine d'une masse liquide qui s'écoule goutte à goutte. Un vase rempli d'eau, isolé et percé sur le côté d'une petite ouverture, à laquelle on a adapté un ajutage suffisamment étroit, convient très bien pour cet usage. Chaque goutte d'eau est électrisée à sa sortie du vase par le pouvoir inducteur de l'air, et le flux d'électricité ainsi produit remplace avantageusement l'écoulement du fluide électrique par la pointe métallique dans le premier dispositif.

On a reconnu par ce procédé que le potentiel de l'atmosphère est ordinairement positif et que sa valeur croît avec l'altitude. Le pouvoir inducteur de l'air croît également, lorsqu'on s'élève au-dessus du sol. Les physiciens sont très partagés sur la cause de ces phénomènes (1).

Peltier et Lamont ont supposé que la terre est électrisée négativement, et que l'atmosphère est neutre. La masse de l'électricité répandue à la surface du globe est, suivant eux, invariable.

Dans cette manière de voir, les phénomènes relatés ci-dessus se présentent comme des phénomènes dus exclusivement à l'induction du globe. Le signe des manifestations électriques exigé par l'hypothèse concorde évidemment avec le signe observé ; mais il n'en est pas de même de la variation du pouvoir inducteur de l'air avec l'altitude. M. Edlund a montré que, dans l'hypothèse de Peltier et de Lamont, le pouvoir inducteur de l'air décroît à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère. Cette conclusion théorique étant contraire aux faits, il en résulte que l'hypothèse qui lui sert de base n'est pas admissible.

Exner a proposé une autre interprétation. Il admet avec Peltier

(1) *Annales de chimie et de physique*, 6e série, t. XIV, pp. 145 et suivantes.

et Lamont que la terre est électrisée négativement ; mais il admet en même temps qu'une partie de cette électricité négative est transportée dans l'atmosphère par la vapeur d'eau qui se dégage sans cesse de la surface des mers. Il suppose, en outre, avec Peltier et Lamont, que la masse de l'électricité négative, répartie à la surface du globe et dans l'intérieur de l'atmosphère, est invariable. M. Edlund a soumis au calcul l'hypothèse d'Exner ; il a montré que le pouvoir inducteur de l'air croît, dans cette hypothèse, avec l'altitude, et qu'en cela la théorie nouvelle s'accorde avec les faits observés ; mais il a fait voir aussi que, dans la même hypothèse, ce pouvoir est proportionnel à la densité de la vapeur d'eau, et que, par suite, les indications électrométriques doivent être plus fortes en été qu'en hiver. Or, c'est précisément le contraire qui a lieu. La théorie d'Exner n'est donc pas plus admissible que celle de Peltier et de Lamont.

Quelques physiciens ont supposé, avec Pouillet, que la vapeur d'eau développée par l'évaporation emporte avec elle dans l'atmosphère, non de l'électricité négative, mais de l'électricité positive. D'après eux, une décomposition du fluide neutre se fait dans l'acte même de l'évaporation : la vapeur est chargée positivement et l'eau des mers négativement. Le savant directeur de l'observatoire du Vésuve, Palmieri, a soutenu constamment cette opinion ; elle fut aussi défendue antérieurement par Volta. Dans cette hypothèse, les masses électriques du globe et de l'atmosphère sont égales.

Les calculs de M. Edlund ne sont pas plus favorables à l'hypothèse de Pouillet qu'à celles d'Exner, de Peltier et de Lamont ; ces calculs montrent, en effet, que le pouvoir inducteur de l'air doit, dans l'hypothèse de Pouillet, diminuer lorsque l'altitude augmente. Cette conclusion, nous l'avons déjà dit, est contredite par les faits.

M. Sohncke a essayé récemment de rendre compte des phénomènes électriques de l'atmosphère d'une façon nouvelle. Le physicien allemand prend pour base de son hypothèse les résultats de quelques expériences de Faraday. Suivant ces expériences, le frottement de gouttes d'eau sur des cristaux de glace est une source d'électricité : il dégage de l'électricité positive sur les cristaux et de l'électricité négative sur les gouttes d'eau. M. Sohncke admet que ce phénomène — dont il a constaté par lui-même la réalité — a lieu fréquemment au sein des cirrus : ceux-ci, après le frottement, restent chargés d'électricité positive, et le sol que les gouttes d'eau électrisées rencontrent dans

leur chute, se charge d'électricité négative. Tous les faits mentionnés plus haut sont, dans l'hypothèse de M. Sohncke, le résultat de l'induction de ces deux charges d'électricité, savoir : d'une part, la charge négative de la surface du sol, et, d'autre part, la charge positive des hautes régions atmosphériques.

Cette interprétation des phénomènes électriques de l'atmosphère n'est pas plus admissible que les précédentes : la source d'électricité qu'elle met en jeu, bien que réelle, est de tout point insuffisante à rendre raison des faits observés. C'est ce que les raisonnements de M. Edlund établissent fort bien.

Le savant physicien suédois est d'avis que l'*induction unipolaire* de la terre est seule capable d'expliquer les phénomènes électriques de l'atmosphère.

On donne le nom d'induction unipolaire à un ensemble de faits dont voici les principaux (1). Imaginons un aimant cylindrique placé dans l'axe d'un manchon conducteur très mobile, et un fil métallique fixe, appuyant ses extrémités, la première sur le bord supérieur du manchon, et la seconde sur le bord inférieur du même conducteur. Un galvanomètre est dans le circuit formé par le fil et le manchon ; il est destiné à accuser le passage des courants dans ce circuit. La longueur de l'aimant dépasse celle du manchon. Un des pôles de l'aimant est situé à l'intérieur du manchon, tandis que l'autre est au dehors.

Dans ces conditions, chaque fois que l'on fait tourner le manchon, on constate, dans le fil, la présence d'un courant dont l'intensité est proportionnelle au degré de magnétisme de l'aimant et à la vitesse de rotation du manchon.

Si on fait tourner à la fois, dans le même sens et avec la même vitesse angulaire, le manchon et l'aimant, on obtient dans le fil un courant de la même intensité et de la même direction que celui qui est produit lorsque le manchon est seul en rotation.

Lorsque l'aimant est en rotation et le manchon au repos, on n'observe aucun courant dans le fil.

On n'obtient pas davantage de courant dans le fil lorsque, celui-ci ayant été rendu mobile, on fait tourner à la fois manchon et fil autour de l'aimant, dans le même sens et avec la même vitesse angulaire.

M. Edlund applique ces faits de l'induction unipolaire à l'interprétation des phénomènes électriques de l'atmosphère. Dans cette application, le globe terrestre tient la place de l'aimant du

(1) *Annales de chimie et de physique*, 6e série, t. XI, pp. 147 et suivantes.

dispositif que nous venons de décrire, et l'atmosphère celle du manchon. Les régions supérieures de l'atmosphère tiennent lieu de fil métallique, lorsque leur vitesse angulaire de rotation n'est pas égale à celle des régions basses. Les idées ingénieuses du savant suédois ont été développées, pour la première fois, dans un ouvrage publié à Stockholm, sur ce sujet, en 1884 ; elles ont été exposées de nouveau dans divers mémoires de la collection de l'Académie royale des sciences de Suède.

Suivant M. Edlund, l'induction unipolaire tend à porter l'électricité positive de la surface de la terre dans l'atmosphère, suivant la direction des rayons terrestres ; cette électricité est portée en même temps de l'équateur vers les pôles magnétiques du globe.

La force électromotrice unipolaire croît avec l'altitude ; pour des altitudes égales, elle est maximum à l'équateur.

Sur les modifications apportées dans les raies brillantes des spectres par l'élévation de la température, et sur l'origine des raies obscures dans le spectre solaire. — M. Fievez, physicien attaché à l'observatoire de Bruxelles, a fait une étude fort intéressante de l'influence exercée par la température sur les caractères des raies brillantes des spectres, dans le cas des gaz et des vapeurs (1). Il a expérimenté sur l'hydrogène, dans un tube de Geissler, et sur les vapeurs de sodium, de lithium, de potassium, de thallium, etc., dans la flamme relativement obscure d'un petit brûleur. Pour élever la température de l'hydrogène dans le tube de Geissler, il provoquait l'illumination du gaz par des étincelles condensées; pour élever la température des vapeurs de sodium, de lithium, de potassium, de thallium, etc., il chauffait ces vapeurs dans un petit ballon avant de les introduire dans la flamme du brûleur.

Il a reconnu ainsi la réalité des faits suivants :

1° Dans les chaleurs modérées, une augmentation de température produit un élargissement des raies brillantes des spectres de l'hydrogène et des vapeurs sus-nommées.

2° Lorsque, par la croissance continue de la température, l'élargissement des raies est arrivé à une certaine limite, variable pour les différentes raies, cet élargissement se complique, dans l'élévation de température subséquente, d'un *renversement par-*

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. VII, p. 348.

tiel de la raie. M. Fievez appelle renversement partiel l'apparition d'une fine raie noire au milieu d'une raie brillante.

3° La température continuant à croître, on voit la raie noire, due au renversement partiel, s'élargir en même temps que la raie brillante qui lui a donné naissance, et une nouvelle raie brillante très fine apparaître au milieu de la raie noire.

4° Dans l'évolution subséquente du phénomène, sous l'influence de la température, on voit cette nouvelle raie brillante s'élargir, et une nouvelle raie noire apparaître en son milieu.

5° Tous ces phénomènes sont sans dépendance directe de la pression ; ils ne dépendent que de la température.

6° M. Fievez apporte un correctif à cette dernière proposition en montrant que le magnétisme des aimants agit sur les spectres des vapeurs de sodium, de lithium, de potassium, de thallium, etc., de la même manière que l'élévation de la température. L'action des aimants puissants produit, en effet, tous les phénomènes d'élargissement et de renversement partiel signalés ci-dessus (1).

On sait depuis longtemps que les raies spectrales d'un élément chimique augmentent ou diminuent de longueur, toutes les fois que l'intensité lumineuse des radiations de cet élément croît ou décroît. M. Fievez pense que l'on peut rattacher ces variations de longueur au phénomène de l'irradiation.

A l'appui de cette hypothèse, il a fait l'expérience que voici : Une petite ouverture quadrangulaire est éclairée simultanément par une lampe à huile et par une flamme sodée. Une lentille disposée à cet effet projette sur la fente d'un spectroscope une image de l'ouverture plus petite que la hauteur de la fente. Dans ces conditions, le spectre discontinu de la vapeur de sodium se superpose sur le spectre continu de la flamme de la lampe, et on constate que les raies brillantes de la vapeur sodique dépassent la hauteur du spectre de la flamme.

M. Fievez a observé dans ces expériences que les raies les plus longues s'élargissent les premières, et que les raies les plus larges se renversent avant les autres.

Il a observé aussi que l'action magnétique des aimants, en même temps qu'elle agit énergiquement sur les raies noires des

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. IX, pp. 381 et suivantes.

expériences susdites, est sans action aucune sur les raies noires résultant de l'absorption des milieux gazeux à l'état d'obscurité absolue ou relative. Il en conclut que les raies noires qui se forment au sein des raies brillantes, à la suite d'une élévation de température ou par l'action du magnétisme, ne peuvent pas être considérées comme un résultat du phénomène de l'absorption.

M. Fievez ne pense pas que les modifications spectrales observées par lui soient le résultat de variations dans le timbre optique du mouvement vibratoire interne des molécules, variations analogues à celles qui ont lieu dans ce même mouvement lors du passage des molécules de la cohésion qui constitue l'état liquide à l'indépendance mutuelle qui caractérise l'état gazeux. Il est d'avis que ces modifications doivent être rattachées au phénomène des interférences. Il étend même cette vue théorique aux raies obscures du spectre solaire. Conséquemment, M. Fievez abandonne l'ancienne théorie attribuant la formation des raies obscures, dans le spectre du soleil, à l'absorption élective de l'atmosphère solaire (1).

De fait, on a formulé quelques objections contre la théorie de l'absorption. Forbes avait déjà fait remarquer, en 1836, que, suivant cette théorie, les raies diffuses de Fraünhofer doivent être plus larges au bord du disque solaire qu'au centre, ce qui n'a pas lieu. Il y a plus : si la théorie de l'absorption est exacte, la coïncidence des raies d'absorption et des raies d'émission des vapeurs doit constituer un phénomène absolument général. Or, il est certain que quelques vapeurs, celles de l'iode et du brome, par exemple, font exception à cette loi.

M. Fievez a fait un certain nombre d'expériences tendant à montrer que la superposition de radiations de longueurs d'onde très voisines, mais différentes de marche et d'intensité, peut donner naissance aux modifications spectrales que produirait une élévation de température (2).

Cette superposition s'obtenait en plaçant un corps lumineux transparent sur le trajet de rayons émanant d'un autre corps lumineux, et en faisant coïncider les directions des faisceaux

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. XII, pp. 25 et suivantes.

(2) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. XVI, pp. 81 et suivantes.

lumineux émis par ces corps et l'axe optique du spectroscope d'observation.

M. Fievez a ainsi superposé successivement les raies brillantes de deux flammes sodées, les raies renversées des mêmes flammes, les raies brillantes carbonées du spectre de l'arc électrique et les régions correspondantes du spectre solaire, des raies sodiques renversées et les régions de même réfrangibilité du spectre du soleil, etc.

Personne ne niera que ces déterminations expérimentales de M. Fievez ne soient fort intéressantes : elles font faire un pas considérable à nos connaissances spectrales. Mais il est certain aussi que ces superpositions de radiations sont des phénomènes très complexes; par suite, il sera difficile à l'auteur, pensons-nous, d'établir, par ce moyen, la légitimité de ses vues sur l'origine interférentielle des modifications spectrales observées par lui. Le secours de l'analyse mathématique ne serait pas de trop dans une question aussi compliquée.

Sur le frottement intérieur des gaz. — D'après M. Hirn, la résistance que les gaz opposent au mouvement des corps est, à même densité du milieu gazeux, indépendante de la température. L'éminent physicien de Colmar estime que cette loi ressort, avec une entière évidence, de ses recherches expérimentales; il l'oppose à la théorie cinétique des gaz développée par Clausius et Clerk Maxwell.

Dans l'ordre d'idées adopté par M. Hirn, le frottement intérieur doit suivre dans les gaz la même loi que la résistance au mouvement des corps : si celle-ci est indépendante de la température, celui-là doit l'être également. Or, c'est précisément ce qui n'a pas lieu. Il résulte, en effet, des déterminations expérimentales de la vitesse d'écoulement des gaz par les tubes capillaires, que le frottement intérieur dans les milieux gazeux croît avec la température : il est proportionnel à une certaine puissance du binôme de dilatation. Les travaux exécutés en Allemagne par M. Peluy et par M. E. Wiedemann, et aux États-Unis par M. Silas Holman et par M. Carl Barus, ne laissent planer aucun doute sur cette propriété. Dans ses recherches sur les disques oscillants, M. Schuman aboutit à la même conclusion (1).

(1) Des travaux semblables avaient déjà été exécutés auparavant par Graham, Maxwell, O. E. Meyer, Meyer et Springmühl, Kundt et Warburg. Voir le *Cours de physique de l'École polytechnique* par MM. Jamin et Bouty, t. II, 2e fasc., p. 167.

M. De Heen, professeur à l'université de Liège, a soumis récemment le frottement intérieur des gaz à une nouvelle étude. Les résultats auxquels le savant belge est parvenu confirment ceux obtenus par les physiciens cités plus haut; ils montrent, en outre, entre quelles limites de pression l'accord de l'observation et de la théorie peut être rendu manifeste, et au delà de quelles limites il disparaît.

Le dispositif expérimental adopté par M. De Heen est le suivant : un tube de laiton de deux centimètres de diamètre, parfaitement poli à l'intérieur, traverse dans le sens de la longueur un manchon cylindrique rempli d'huile. Ce manchon peut basculer autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la longueur du cylindre et à l'axe de figure du tube.

Le tube de laiton contient un petit poids curseur cylindrique, en tôle de cuivre, de huit centimètres de long et d'un diamètre un peu inférieur à celui du tube. Ce curseur, poli à la surface, porte à une de ses extrémités un fil de fer susceptible d'être attiré par un électro-aimant fixé à un des bouts du manchon. Le gaz qui doit être soumis à l'expérience est introduit dans le tube sous une pression déterminée, variable au gré de l'opérateur; il est porté ensuite à la température à laquelle on veut faire l'observation. Des becs de gaz sont échelonnés, à cet effet, le long du manchon placé tout d'abord horizontalement.

Après cela, un mouvement de bascule imprimé au manchon porte le curseur à l'extrémité du tube de laiton située dans le champ magnétique de l'électro-aimant; là, le curseur est saisi par l'attraction magnétique. Un second mouvement de bascule retourne l'appareil et porte à la fois le curseur et l'électro-aimant aux points les plus élevés de leurs trajectoires circulaires. Un arrêt met fin au mouvement de bascule à l'instant précis où l'axe du tube est vertical.

Lorsque toutes ces opérations sont terminées, on interrompt brusquement le courant qui parcourt le fil de l'électro-aimant. Le curseur n'étant plus soutenu par l'attraction magnétique du noyau de fer doux, tombe sous l'action de son poids : au moyen d'un chronomètre donnant les cinquièmes de seconde, on estime la durée de la chute. D'après l'opinion de M. De Heen, cette durée est égale à celle que le gaz contenu dans le tube emploierait pour s'écouler, à travers l'espace annulaire compris entre le curseur et la paroi intérieure du tube, sous l'action d'une pression correspondant à la pression exercée par le poids curseur;

cette durée est de plus proportionnelle au frottement intérieur du gaz (1).

Voici les conclusions que M. De Heen croit pouvoir tirer de ses expériences :

1° Le coefficient de frottement de l'air atmosphérique varie sensiblement de la même manière avec la température pour des pressions comprises entre 10 millimètres et 80 millimètres de mercure ; il est proportionnel, entre ces limites de pression, à la racine carrée de la température absolue.

2° La variation du coefficient de frottement prend une allure plus rapide, lorsque la pression est supérieure à 80 millimètres de mercure.

3° La variabilité du coefficient de frottement avec la température semble atteindre un maximum dans le voisinage de la pression de 300 millimètres de mercure.

Le point le plus important de ces conclusions est que la proportionnalité du coefficient de frottement à la racine carrée de la température absolue, exigée par la théorie, n'est vérifiée par l'expérience que dans les pressions faibles. Sous ces pressions, le trajet moyen des molécules est, pour la plus grande partie, rectiligne.

Cette propriété du trajet moyen est, dans l'opinion de M. De Heen, la condition obligée de l'accord entre la théorie et l'expérience.

De la couleur latente des corps (2). — On sait, depuis Newton, que les corps éclairés par des radiations simples ne paraissent pas toujours, par cela même, colorés : pour qu'ils paraissent tels, il faut que la lumière qui les frappe puisse être diffusée à leur surface, ou transmise à travers leur épaisseur. Quand cela a lieu, la coloration des corps est celle de la lumière incidente ; en dehors de ces conditions, les corps paraissent noirs. Le carmin, par exemple, brille d'un rouge éclatant, par diffusion, dans la partie rouge du spectre ; il est noir dans le vert et dans le bleu. L'outremer est bleu, par diffusion, au sein des radiations bleues du spectre ; il est noir dans la partie rouge et dans la partie jaune. Le vert de Scheele n'est vert par diffusion que lorsqu'il

(1) A notre avis, cette proportionnalité n'est pas évidente ; elle demande à être démontrée. L'écoulement du gaz par l'anneau capillaire constitue, en effet, un phénomène assez complexe.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. CVII, pp. 609 et suivantes.

est éclairé par les rayons verts du spectre ; il est noir lorsqu'il est éclairé par les rayons rouges ou par les rayons violets. Les couleurs mélangées peuvent seules apparaître colorées, par diffusion, quand elles sont placées successivement en différents endroits du spectre.

A ces faits anciennement connus de la physique chromatique, M. Govi vient d'ajouter quelques faits nouveaux, qui définissent mieux encore, ce semble, que les précédents ce qu'il faut entendre par la couleur propre des corps.

A la lumière du jour, le biiodure de mercure, le minium et l'orangé de chrome sont rouges ou orangés. Il y avait donc lieu de penser que ces substances, éclairées par des radiations simples, présenteraient leur maximum d'éclat soit dans les radiations rouges, soit dans les radiations orangées. Or, cela n'a pas lieu ; elles présentent leur maximum d'éclat quand elles sont éclairées par les radiations jaunes de la vapeur de sodium, radiations qui correspondent à la raie obscure D du spectre solaire et font défaut, par suite, dans le système des radiations émises par le soleil. Ainsi éclairées, les substances dont il s'agit ont une teinte jaune très vive, sans trace aucune de rouge ou d'orangé.

La conclusion qui découle de ce fait est évidente : la couleur propre des substances précitées, c'est-à-dire, la couleur qu'elles diffusent en plus grande proportion, n'est ni le rouge, ni l'orangé ; c'est le jaune. Si la lumière du jour est impuissante à manifester la couleur propre de ces substances, c'est que la lumière du jour vient du soleil, et que les radiations solaires ne contiennent pas le jaune de la vapeur de sodium. Pour rendre manifeste la couleur propre de ces substances, il faudrait les éclairer par la lumière émanant, soit d'un corps solide, soit d'un corps liquide porté à l'incandescence.

M. Govi a placé à côté l'une de l'autre deux bandes colorées, l'une au biiodure de mercure, l'autre au vermillon. A la lumière du jour, ces deux bandes présentent exactement la même teinte ; mais à la lumière de la vapeur de sodium, la bande de biiodure est jaune pâle, et la bande de vermillon, brun foncé. Cette expérience montre que la lumière propre du vermillon n'est pas la même que celle du biiodure.

Il résulte de tous ces faits que la lumière ordinaire du jour n'est pas des plus propres à nous faire connaître la vraie couleur des corps ; pour rendre cette couleur manifeste il est nécessaire de faire usage d'éclairages spéciaux. Ce défaut d'aptitude de la lumière ordinaire a son origine dans l'obscurité relative plus ou

moins considérable des nombreuses raies dont le spectre solaire est sillonné : par la présence de ces raies, la lumière du soleil est privée d'un très grand nombre de radiations lumineuses que l'on rencontre dans les spectres des corps solides ou liquides portés à l'incandescence. Par suite, il peut très bien se faire que des corps paraissent noirs ou presque noirs quand on les regarde à la lumière du jour, et qu'ils brillent des plus belles couleurs quand on les considère à la lumière de l'hydrogène, ou des vapeurs de lithium, de zinc, etc. La raison de ce phénomène est dans l'absence à peu près complète, au sein de la lumière solaire, des radiations lumineuses qui constituent les spectres de l'hydrogène, de la vapeur de lithium, de la vapeur de zinc, etc.

Lorsque la lumière du jour ne fait pas apparaître la vraie couleur d'un corps, il est permis de dire, avec M. Govi, que cette couleur est *latente* ou cachée. C'est par la considération de la couleur latente qu'il faut expliquer les changements de coloration qu'offrent certains corps, quand on les observe à la lumière des bougies, des quinquets, du gaz, de l'arc voltaïque, de la lumière Drummond, etc. A ce point de vue, les couleurs propres des corps ne nous sont encore que très imparfaitement connues ; des recherches sur ce sujet formeraient la matière d'un travail fort intéressant.

Du rôle des liquides dans les mélanges réfrigérants obtenus avec l'acide carbonique solide (1). — Pour produire des abaissements de température considérables, Faraday et Thilorier mélangeaient de l'acide carbonique neigeux avec de l'éther.

Quel est le rôle de l'éther dans ces mélanges ? Sert-il uniquement à établir, comme la plupart des physiciens l'ont pensé, un contact plus intime entre le milieu neigeux et le corps qui doit être refroidi, ou bien sa présence donne-t-elle naissance à une action réfrigérante d'une nature spéciale ?

Pour résoudre cette question, MM. Cailletet et Colardeau se sont attachés à déterminer l'abaissement de température produit par la seule évaporation de l'acide carbonique neigeux, sans mélange aucun d'éther, tant à la pression ordinaire que dans le vide. Ils introduisaient, à cet effet, une pince thermoélectrique dans la masse neigeuse ; ce procédé leur permettait

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. CVI, pp. 1631 et suivantes.

d'évaluer la température en degrés et fractions de degrés. Ils trouvèrent ainsi que la température la plus basse de la masse neigeuse est de 60 degrés sous zéro à la pression ordinaire, et de 76 degrés sous zéro dans le vide. Le tassement plus ou moins grand de la masse d'acide carbonique est sans influence sur la température finale.

Dans les expériences de MM. Cailletet et Colardeau, le vide était fait, à peu près parfaitement, durant un temps très long, par le jeu d'une puissante machine rotative de Bianchi, et par l'action absorbante de la potasse déposée au sein du récipient de la machine.

MM. Cailletet et Colardeau déterminèrent ensuite, au moyen de la pince thermo-électrique, l'abaissement de température dans le mélange d'acide carbonique neigeux et d'éther. Ils trouvèrent, dans ces nouvelles conditions, une température de 77 degrés sous zéro, à la pression ordinaire; dans le vide, la température s'abaissa jusqu'à 103 degrés. La dépression thermométrique produite par la présence de l'éther est donc de 17 degrés à la pression ordinaire, et de 27 degrés dans le vide.

Restait à apprécier le rôle de l'éther au sein du mélange. Dans ce but, MM. Cailletet et Colardeau ajoutèrent successivement, et par petites doses, de l'acide carbonique neigeux à un volume déterminé d'éther.

Les premières portions d'acide carbonique disparurent rapidement au contact du liquide, sans que la limpidité de celui-ci en fût altérée. Eu égard à cette circonstance, il était manifeste que la neige carbonique se dissolvait dans l'éther; d'autant plus que le liquide donnait ensuite, durant un temps assez long, un dégagement régulier d'acide carbonique.

L'éther continua à garder sa limpidité, dans les additions successives d'acide carbonique neigeux, jusqu'au moment de la saturation : à partir de ce moment il perdit sa transparence.

Durant tout le phénomène, la température indiquée par la pince thermo-électrique s'abaissa constamment; elle ne devint stationnaire qu'à l'époque de la saturation : à partir de cette époque, elle ne fut plus influencée sensiblement par l'addition de nouvelles quantités d'acide carbonique.

Ces expériences sont décisives : elles montrent, avec une entière évidence, que l'abaissement de température déterminé par la présence de l'éther, au sein du mélange réfrigérant, est dû à la dissolution de l'acide carbonique neigeux dans l'éther.

En faisant un mélange d'acide carbonique neigeux et de chlorure de méthyle, MM. Cailletet et Colardeau ont obtenu, à la pression ordinaire, une température de 82 degrés sous zéro. Dans le vide, la température s'abaissa jusqu'à 106 degrés sous zéro; ce refroidissement ne fut interrompu que par la solidification du dissolvant.

Tension superficielle des liquides. — M. Chervet a rattaché récemment, d'une façon fort élégante, l'hypothèse de la tension superficielle des liquides en équilibre à la théorie mathématique de la capillarité (1). Comme on devait s'y attendre, la valeur numérique de cette tension est la même que celle de la constante capillaire des théories de Gauss et de Laplace.

Après avoir solidifié par la pensée une portion quelconque A de la couche superficielle d'une masse liquide en équilibre, M. Chervet fait voir, par des considérations fort simples, que le système des pressions moléculaires appliquées aux différents éléments de la surface extérieure de cette portion A équivaut, pour l'action exercée sur le liquide sous-jacent, à un système de forces appliquées au contour fermé terminant la surface extérieure de A. Les forces de ce dernier système sont, à la fois, normales au contour, et tangentes à la surface de la masse liquide.

M. Chervet applique cette propriété générale à chacun des éléments infiniment petits qui composent la surface terminale de la masse liquide.

Il serait difficile, croyons-nous, de mieux faire ressortir le caractère fictif de la tension superficielle dans les liquides. Il résulte, en effet, de la démonstration de M. Chervet, que la réalité de la force contractile de la couche terminale des masses liquides en équilibre est une réalité de simple équivalence.

L'opinion de sir William Thomson, regardant la pellicule contractile terminale des liquides comme une façon idéale de concevoir le résultat des attractions mutuelles des différentes parties de la masse liquide, se trouve appuyée par le raisonnement de M. Chervet sur un argument nouveau (2).

Pour établir comme il convient la réalité formelle de la tension superficielle dans les liquides en équilibre, il faut montrer que

(1) *Journal de physique théorique et appliquée*, 2e série, t. VII, pp. 485 et suivantes.

(2) *Nature*. vol. XXXIV, July 29, 1886, p. 290.

la couche superficielle a, sous l'action des forces moléculaires qui la sollicitent, une tendance réelle à prendre une étendue minimum, comme cela a lieu dans les membranes élastiques minces appartenant à la classe des corps solides. L'analyse mathématique des phénomènes capillaires montre, il est vrai, que la masse liquide *totale* en équilibre a, sous l'action des forces moléculaires qui la sollicitent, une tendance réelle à se terminer par une surface d'étendue minimum; mais cette propriété est fort distincte de la précédente: l'une est une propriété de la masse entière; l'autre, une propriété de la couche superficielle; l'une cache, dans son concept, la réalité formelle de la tension superficielle; l'autre en est complètement indépendante.

Évaporomètre réfrigérant (1). — Il faut bien en convenir, les évaporomètres actuellement en usage ne font pas connaître l'épaisseur de la lame d'eau enlevée par l'évaporation à la surface de nos cours d'eau dans un temps donné. Dans ces instruments, en effet, le contact de la masse d'eau qui s'évapore avec les parois de la cuvette, suréchauffées en été, refroidies en hiver, détermine une évaporation artificielle sans relation bien appréciable avec l'évaporation réelle d'une grande masse aqueuse. M. Legras a construit un instrument dans lequel l'influence perturbatrice des parois de la cuvette est évitée.

La cuve évaporatrice est circulaire; " elle est noyée jusqu'au ras de la paroi dans un second vase cylindrique à plus large section qui lui sert d'enveloppe. A l'intérieur de celui-ci grimpe, sans tarir, de l'eau réfrigérante qu'un tube de fer capte sans discontinuité en amont d'un ruisseau qui coule à côté. L'eau de la cuvette ne peut donc s'échauffer latéralement: ce qui est le point essentiel. „

Une fois utilisée, l'eau réfrigérante s'écoule par une toiture inclinée vers l'extérieur. Sur cette toiture " s'étend à 3 millimètres de hauteur une seconde toiture de même pente dont le but est d'empêcher l'eau réfrigérante de se projeter dans la cuvette centrale „.

Les avantages présentés par l'évaporomètre de M. Legras sont évidents : l'évaporation s'y fait dans les conditions de l'évaporation des grandes masses d'eau à la surface du sol. Il est toute-

(1) *L'Évaporomètre réfrigérant de M. Legras*, barragiste des ponts et chaussées. Notice par le P. J. Hahn, S. J. Verviers, 1888.

fois regrettable que l'emploi de cet instrument soit lié nécessairement à la présence d'un cours d'eau de quelque étendue dans le voisinage du lieu d'observation.

J. Delsaulx, S. J.

CHIMIE.

L'origine du pétrole (1). — La question de l'origine du pétrole a été fort débattue jusqu'à ces derniers temps. Des savants, en petit nombre, il est vrai, croyaient à une formation minérale de ce produit; cette hypothèse est aujourd'hui fort peu probable.

Mais, en admettant l'hypothèse d'une origine organique, à quel règne fallait-il rattacher le pétrole? MM. Bertels, Fraas, K. Müller, Hunt, Credner, Tietze, Uhlig et la plupart des géologues se prononcent pour le règne animal; et les chimistes, au contraire, pour le règne végétal. M. Hans Hoefer et M. E. Engler viennent de jeter un nouveau jour sur cette question. Dans son travail intitulé : *Le pétrole et ses congénères,* M. Hoefer expose fort bien les raisons géologiques qui semblent prouver l'origine animale, et M. Engler, dans un article *Sur l'origine du pétrole*, arrive par des expériences chimiques à la même conclusion. Grâce aux recherches de ces deux savants, il ne semble plus douteux aujourd'hui que l'huile minérale ne doive son origine à une décomposition de matières animales. Résumons les expériences et les conclusions de M. Engler.

D'après la plupart des géologues que nous venons de citer, le pétrole doit son origine à une distillation de matières grasses, sous forte pression, mais à une température assez modérée. Pour constater les résultats que donnerait une distillation effectuée dans de pareilles conditions, M. Engler a distillé, sous pression, la quantité énorme de 429 kilogrammes d'huile de baleine. La pression était, au commencement, de dix atmosphères ; mais, au bout d'un certain temps, elle tomba peu à peu à quatre atmosphères; la température resta entre 320 et 400 degrés. Beaucoup

(1) *Berichte der deutschen chem. Gesellschaft,* Berlin. XXI, p. 1816.

de gaz inflammables passaient pendant la distillation, et le dégagement était parfois si violent qu'il entraînait en même temps d'autres produits non condensés; généralement cependant la condensation était satisfaisante. Les produits qu'on recueillit se séparèrent en deux couches, l'une aqueuse, l'autre huileuse. Les 219 premiers kilogrammes, qui n'avaient été décomposés qu'imparfaitement, furent soumis à une nouvelle distillation dans les mêmes conditions. C'est ainsi que M. Engler a obtenu finalement environ 20 kilogrammes d'un produit aqueux et 299 kilogrammes d'huile. Cette huile, d'une couleur brune, et translucide sous une faible épaisseur, est douée d'une fluorescence verte bien marquée. Ce sont là précisément les caractères physiques du pétrole; et, pour compléter la ressemblance, le poids spécifique (0.8105) de l'huile de M. Engler rappelle fort bien celui du pétrole brut d'Amérique, qui varie de 0,8 à 0,92.

Soumise à une première purification, l'huile de M. Engler commence à bouillir à 34°.

L'eau lui enlève	0.1	p. c.	de son	volume;
la potasse caustique	4,8	„	„	„
l'acide sulfurique concentré	20,8	„	„	„
un mélange d'acide sulfurique concentré et fumant	9,6	„	„	„

Une distillation fractionnée de 100 centimètres cubes, c'est-à-dire de 8 grammes de cette huile, donne :

	au-dessous de 150°	de 150° à 300°	au-dessus de 300°
Pour cent en volume	29,5	57,5	13
Pour cent en poids	25,9	58	16,1
Poids spécifique	0,712	0,817	—

Bien que l'analyse immédiate ne soit pas encore achevée, elle a déjà fourni les hydrocarbures normaux : pentane, hexane, heptane. octane et nonane. En outre, M. Engler croit aussi avoir trouvé des hydrocarbures de la série secondaire. Comme l'huile de baleine est surtout un mélange de palmitates, stéarates et oléates glycériques, l'auteur a soumis ces substances à l'état pur à des distillations sous pression. Le résultat a été à peu près le même que celui de la grande distillation dont nous venons de parler.

Voici comment M. Engler résume les résultats de ses expériences : La manière dont se comportent les graisses animales, chauffées à une température modérée, mais sous forte pression,

et surtout la formation d'environ 60 pour cent d'huile brute, renfermant plus de 0,9 d'hydrocarbures, me semblent fournir un nouvel argument à l'hypothèse de l'origine animale du pétrole. — L'auteur répond ensuite à certaines objections.

On pourrait s'étonner d'abord de ne trouver dans le pétrole ni acroléine, ni dérivés allyliques, ni acides gras moins carbonés. Mais ces substances ne sont pas absolument insolubles dans l'eau; en contact avec elle, elles ont dû se dissoudre.

L'absence de matières azotées soulève une difficulté plus sérieuse : mais on n'y échappe pas en adoptant l'hypothèse de l'origine végétale. L'absence d'azote devient sans doute moins étonnante dans cette hypothèse; mais encore faut-il l'expliquer. En outre, l'azote ne fait pas entièrement défaut dans toutes les huiles. Il s'y trouve parfois, soit à l'état libre, soit en combinaison. Mais l'auteur insiste surtout sur ce fait d'observation et d'expérience que la matière azotée des muscles se décompose beaucoup plus vite que la matière grasse, exempte d'azote. Il est donc fort possible qu'à cause de cette putréfaction plus rapide les matières azotées, déjà décomposées, aient été volatilisées ou emportées par l'eau, avant que les graisses eussent commencé à se transformer en hydrocarbures. Enfin l'absence de grandes masses de charbon ne présente aucune difficulté contre la formation du pétrole par des matières animales ; car, même en chauffant de la graisse sous pression, en tubes scellés, la décomposition se fait souvent sans résidu notable de charbon. Si l'on ajoute à toutes ces raisons chimiques les différents faits géologiques que M. Engler mentionne, l'origine animale du pétrole devient très probable. Ainsi, le manque de charbon végétal dans le voisinage des puits de pétrole constitue un argument très fort contre l'origine végétale. Il est certain, en effet, qu'une décomposition de plantes à une température modérée, même sous forte pression, produit des quantités considérables de charbon. D'autre part, si le pétrole devait son origine à des végétaux, on devrait rencontrer dans les couches de charbon des hydrocarbures liquides ou d'autres bitumes, et ils font complètement défaut. Au contraire, on trouve toujours des débris d'animaux dans les endroits où il y a des quantités notables de pétrole. Les schistes qui par distillation sèche fournissent une huile composée d'hydrocarbures renferment toujours beaucoup de débris animaux, mais ils sont pauvres en restes végétaux.

Mais quelle faune a fourni ces immenses réservoirs d'huile minérale? — C'est apparemment la faune marine. Parmi les

raisons qui portent à le croire, nous nous bornerons à rappeler le fait, bien constaté, qu'avec le pétrole jaillit très souvent de l'eau salée.

L'huile de foie de morue (1). — MM. Gautier et Morgues ont entrepris des recherches sur les alcaloïdes renfermés dans ce médicament. Dans ce but, ils ont choisi l'huile blonde ou fauve, parce qu'elle est considérée par la plupart des médecins comme la plus active. L'huile employée par MM. Gautier et Morgues venait des côtes de Terre-Neuve et de Norvège, où l'on pêche surtout la grande morue (Gadus morrhua), la petite morue (G. carbonarius) et la dorche (G. callarias). Les foies de ces poissons sont mis dans des tonneaux et distillent spontanément une huile jaune pâle ou jaune verdâtre. Elle ne contient pas encore d'alcaloïdes, comme l'expérience l'a montré. Mais, dès que s'opère la fermentation, l'huile, par son contact avec le contenu des cellules hépatiques, se charge de matières biliaires, prend une couleur jaune foncé et dissout des alcaloïdes. Nous n'entrerons pas ici dans le détail des opérations, longues et assez difficiles, par lesquelles nos auteurs ont réussi à les extraire de l'huile. Remarquons seulement que 100 kilogrammes d'huile ne leur ont fourni que 35 à 50 grammes d'un mélange des différents alcaloïdes. La distillation fractionnée a donné les six alcaloïdes suivants :

Butylamine, bouillant de 87° à 90° ;

Amylamine, bouillant de 96° à 98° ;

Hexylamine, bouillant un peu au-dessus de 100°;

Une base nouvelle, volatile comme les trois autres que nous venons de mentionner, et que les auteurs appellent " hydrolutidine ", bouillant de 198° à 200°;

Une autre base nouvelle, fixe, donnant un chlorhydrate, qui se précipite immédiatement à froid; c'est l' " aselline " ;

Enfin, une troisième base nouvelle, fixe, donnant un chloroplatinate assez soluble, la " morrhuine ".

Outre ces six alcaloïdes, MM. Gautier et Morgues ont encore trouvé un corps, qui est en même temps un acide azoté, de force moyenne, et un alcaloïde; ils le nomment " acide morrhuique ".

Ils ont ensuite examiné séparément ces divers produits, et ils en ont fait connaître les propriétés physiques, chimiques et

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, CVII. 110, 254, 626, 740.

physiologiques. Leurs expériences ont montré que plusieurs de ces substances sont des poisons très violents. Ainsi par exemple, quatre milligrammes d'amylamine ont suffi pour tuer un verdier en trois minutes. — La dihydrolutidine, inconnue jusqu'ici, a comme formule moléculaire $C_7 H_{11} Az$. Sa densité à 299° a été trouvée égale à 3,3 au lieu de 3,8. C'est un liquide incolore, peu mobile, d'une forte odeur. Il est très caustique, attire l'acide carbonique de l'air et devient ainsi épais et d'une couleur foncée. Des recherches ultérieures sur la constitution de la dihydrolutidine semblent avoir prouvé que c'est une dihydrodiméthylpyridine; sa formule de structure serait donc $C_5 H_4 (CH_3)_2 Az H$.

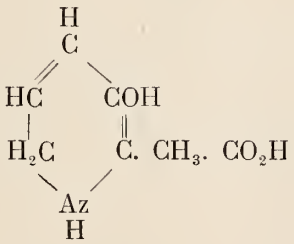
Les deux bases fixes sont faciles à séparer l'une de l'autre par le chlorure de platine. Comme le chloroplatinate de l'aselline est insoluble, tandis que celui de la morrhuine est soluble, on n'a qu'à ajouter du chlorure de platine à une solution des chlorhydrates ; l'aselline se précipite, la morrhuine reste en solution. Pour obtenir l'aselline libre, on transforme, à l'aide de l'hydrogène sulfuré, le chloroplatinate en chlorhydrate, puis on décompose ce dernier par la potasse, qui met l'alcaloïde en liberté. C'est un corps amorphe, presque incolore ; sa densité est 1,05. Fondu, c'est un liquide visqueux, jaunâtre, d'une odeur qui rappelle celle des ptomaïnes. Nos auteurs lui assignent la formule $C_{25} H_{32} Az_4$. L'aselline est peu soluble dans l'eau ; l'éther et surtout l'alcool la dissolvent facilement. Son influence toxique sur l'organisme animal est faible : 3 mgr. du chlorhydrate ont tué un verdier en 14 minutes. L'alcaloïde dont il vient être question est en très petite quantité dans l'huile de foie de morue ; mais une seconde base fixe, la morrhuine, $C_{19} H_{27} Az_3$ y est plus abondante. C'est un liquide huileux, très épais, jaune ambré, d'une odeur douce et agréable. Il est caustique et attire l'acide carbonique de l'air. Comme l'observation l'a montré, la morrhuine aiguise l'appétit et ses propriétés diaphorétiques et diurétiques sont fort remarquables. Des expériences faites sur un cobaye ont prouvé son influence sur la quantité d'urée sécrétée. C'est à la morrhuine surtout que l'huile de foie de morue doit son action sur l'organisme animal.

Disons un mot du septième corps, trouvé par MM. Gautier et Morgues : l'acide morrhuique. Sa quantité relativement considérable et sa double fonction d'acide et d'alcool lui donnent une grande importance. Il entre dans l'huile de foie de morue sous forme de combinaison. En chauffant cette combinaison, l'acide se décompose et on obtient de la glycérine, de l'acide phosphorique

et un acide complexe. Cette décomposition est celle que subissent les lécithines ordinaires sous l'action de la chaleur. On extrait facilement l'acide morrhuique des huiles en les épuisant par l'alcool auquel on a ajouté un peu d'acide chlorhydrique. Une solution de l'acide morrhuique pur, concentrée dans le vide, laisse déposer des cristaux jaunâtres. Ils sont un peu mous ; mais, desséchés longtemps dans le vide, ils deviennent pulvérisables. L'analyse conduit à la formule $C_9 H_{13} Az O_3$. L'acide est très peu soluble dans l'éther, très soluble dans l'eau chaude et surtout dans l'alcool ; il est insoluble dans l'eau froide.

Le caractère acide de l'acide morrhuique se constate par son action sur le tournesol qu'il rougit. Il décompose aussi les carbonates et s'unit aux alcalis caustiques. Sa nature basique est prouvée par la formation d'un chloroplatinate cristallin, et d'un chloraurate amorphe et très instable sous l'action de la chaleur.

Mais quelle est sa constitution ? — Sa double fonction d'acide et de base, ainsi que sa composition centésimale, fait croire qu'il appartient probablement à la série pyridique. Cette opinion a été confirmée par la manière dont il se comporte vis-à-vis des alcalis caustiques et des agents d'oxydation. Nos auteurs, en tenant compte de tous les résultats de leurs expériences, lui attribuent comme formule la plus probable



Le fluorure d'éthyle. — La préparation de ce corps offrait un double intérêt. En général, les composés carbonés les plus simples sont ceux qui se prêtent le mieux à l'étude du carbone et des radicaux substituants, introduits dans les hydrocarbures. On s'occupe beaucoup de nos jours des combinaisons complexes aromatiques. Mais, si intéressante et si utile que soit cette étude, il est cependant fort à désirer que les corps plus simples soient avant tout bien connus, et que l'on comble les lacunes que présentent encore les premières séries des corps gras. De plus, un

intérêt spécial se rattache aux combinaisons fluorées. Jusqu'ici, si l'on excepte certains corps de la série aromatique, on ne connaissait presque pas de composés organiques renfermant du fluor. Les propriétés de cet élément dans ces combinaisons ont donc été plutôt devinées que constatées. Grâce aux travaux de M. Moissan (1), le fluorure d'éthyle a été préparé et bien étudié.

La manière dont on a préparé ce corps diffère de celle qui est employée pour obtenir les autres éthers haloïdes. On sait que, pour le chlorure, le bromure et l'iodure d'éthyle, on remplace généralement le groupement OH dans l'alcool ordinaire, C_2H_5OH, par le corps halogène, en faisant réagir sur l'alcool l'acide halogénique correspondant. Peu importe qu'on emploie cet acide lui-même ou ce qui est nécessaire à sa formation. — Pour obtenir le fluorure d'éthyle, M. Moissan fait arriver goutte à goutte de l'iodure d'éthyle dans un tube en laiton renfermant du fluorure d'argent. Une très vive réaction s'opère. L'argent en excès forme avec l'iodure d'éthyle un fluiodure d'argent qui, à une température de 100° environ, se combine avec une nouvelle quantité d'iodure d'éthyle, pour donner le fluorure d'éthyle. — D'après M. Moissan, c'est un gaz incolore, d'une odeur éthérée, agréable. Sous la pression normale, il se liquéfie à — 48°, et, sous une pression de huit atmosphères, à 19°. Sa densité a été trouvée égale à 1,70 ; la formule C_2H_5Fl exigerait 1,684. Quant à la solubilité, 100 centimètres cubes d'eau, dont l'air a été expulsé, absorbent 198 centimètres cubes de fluorure d'éthyle; si l'on ajoute à cette solution un fragment de potasse caustique, presque tout le gaz est mis en liberté. L'éther et l'alcool absolu en dissolvent de grandes quantités ; 100 centimètres cubes d'iodure d'éthyle absorbent 1480 centimètres cubes de fluorure d'éthyle. Toutes ces solutions dégagent le gaz quand on les chauffe.

Le fluorure d'éthyle brûle, quand il est pur, avec une flamme bleue ; s'il renferme d'autres éthers haloïdes, la flamme est verte ; mélangé à un peu d'oxygène, il brûle avec une flamme blanche. Pendant la combustion se dégagent des quantités considérables d'acide fluorhydrique. Chauffé en vase clos à 100° avec une solution très étendue de potasse, le fluorure d'éthyle se décompose, en donnant un fluorure alcalin, de l'alcool et de l'éther ordinaire. Dans les conditions habituelles, ce n'est pas le chlore qui réagit sur le fluorure, mais c'est le fluor qui remplace le chlore dans sa combinaison éthylique.

(1) *Comptes rendus*, t. CVII, 260, 992.

Le fluorure d'éthyle diffère par ses propriétés physiologiques des autres éthers haloïdes. Tandis que le chlorure d'éthyle, par exemple, est connu par ses propriétés anesthésiques, le fluorure, pris en petites quantités, produit un état d'excitation ; à plus forte dose, il cause la mort.

Détermination des poids moléculaires par l'abaissement du point de congélation. — Dès 1883, M. F.-M. Raoult, professeur de chimie à la faculté des sciences de Grenoble, était en possession d'une nouvelle méthode pour déterminer les poids moléculaires des substances organiques solubles dans l'eau (1). Elle était fondée sur l'abaissement du point de congélation que ces corps occasionnaient dans le dissolvant. Trois ans plus tard, grâce à ses travaux persévérants, M. Raoult pouvait annoncer (2) qu'il avait trouvé le moyen de déterminer le poids moléculaire d'un composé quelconque, de nature minérale ou de nature organique, pourvu seulement qu'il pût être dissous dans un liquide capable de se solidifier à une température exactement mesurable. Cette heureuse découverte n'a pas cependant obtenu de suite l'attention qu'elle méritait. M. V. Meyer le constatait (3) il y a quelques mois, pour l'Allemagne, et il exprimait l'espoir que la méthode de M. Raoult recevrait sous peu l'accueil dû à son importance. Depuis lors, il a paru un grand nombre de publications sur la détermination des poids moléculaires par l'abaissement du point de congélation. A l'heure qu'il est, on a déjà, par la nouvelle méthode, déterminé le poids moléculaire de beaucoup de substances, et la méthode elle-même a été considérablement perfectionnée. M. Auwers (4) a résumé les différentes communications de M. Raoult insérées dans les *Annales de chimie et de physique*. Nous suivons son exposé, en faisant d'abord connaître brièvement la théorie de la méthode de M. Raoult.

On sait que le point de congélation d'un liquide quelconque qui contient un autre corps en solution est plus bas que le point de congélation de ce même liquide à l'état de pureté. Ainsi par exemple, de l'eau qui renferme par litre 80 grammes de chlorure de sodium ne se prend que vers — 8°. Déjà Blagden et Rudorff avaient constaté que l'abaissement du point de congélation de

(1) *Annales de chimie et de physique*, [5] XXVIII, 133.
(2) *Ibid.*, [6] VIII, 317.
(3) *Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, XXI, 536.
(4) *Ibid.*, XXI, 701.

l'eau est en raison directe du poids des corps dissous dans une même quantité de liquide. Les exceptions ne sont qu'apparentes; car elles ne se présentent que pour des corps qui, dissous dans l'eau, se combinent avec elle en proportions bien définies pour former des hydrates. M. Raoult a trouvé que, dans certaines conditions, l'abaissement du point de congélation est en raison directe de la quantité du corps dissous et en raison inverse de la quantité du dissolvant. L'abaissement, compté en degrés centigrades, que détermine un gramme de substance dissoute dans 100 grammes du dissolvant, est nommé *coefficient d'abaissement*. Ainsi, si l'on désigne par C l'abaissement du point de congélation que produisent P grammes d'une substance dissoute dans L grammes d'un dissolvant, le coefficient d'abaissement A sera donné par la formule

$$A = \frac{C\,L}{P.\ 100}.$$

En multipliant A par le poids moléculaire M de la substance dissoute, on obtient la *dépression moléculaire* T de cette substance pour 100 parties d'un dissolvant déterminé. Cette dépression moléculaire est donc donnée par la relation

$$T = M\,A.$$

Puisque la valeur de A dépend de la nature du dissolvant et du corps dissous, celle de T en dépend aussi. Remarquons cependant que, pour un même dissolvant, T ne varie guère pour des classes nombreuses de corps chimiquement analogues. — Calculé pour une *molécule-gramme* dissoute dans 100 molécules-grammes du dissolvant, T prend la valeur

$$T_1 = \frac{M}{M_1} A = \frac{T}{M_1},$$

où M_1 représente 100 molécules-grammes du dissolvant. Aussi longtemps que la valeur de T reste la même, T_1 reste constant. Mais, en outre, l'expérience a montré que, même pour différents dissolvants, T_1 ne varie presque pas; sa valeur ne sort pas des limites étroites de 0,59 et 0,65, et est en moyenne 0,63. Cette constance de l'abaissement du point de congélation, déterminée par une molécule-gramme de substance dans 100 molécules

grammes du dissolvant, est ce que M. Raoult appelle la " *loi générale de congélation des dissolvants* ". Cette loi peut être énoncée de la manière suivante : " Si l'on dissout une molécule d'une substance quelconque dans 100 molécules d'un dissolvant quelconque, on détermine un abaissement du point de congélation de ce liquide égal à 0°,63. Cette loi n'est pas d'une exactitude absolue, pas plus que la loi des chaleurs spécifiques, énoncée par Dulong et Petit. Elle n'a été constatée, en effet, qu'à des températures moyennes, et tous les dissolvants employés par M. Raoult avaient leur point de congélation entre 0° et 80°. Il reste donc à voir jusqu'à quelle température la loi est applicable. Mais, même dans les limites de température indiquées, la loi souffre des exceptions. D'après les expériences faites jusqu'ici, un seul dissolvant, l'acide acétique glacial, jouit de la propriété remarquable de subir un égal abaissement du point de congélation, quelle que soit la substance organique dissoute. D'autres dissolvants, parmi lesquels la benzine, ne la possèdent que pour un certain nombre de corps chimiquement analogues. Pour d'autres substances organiques — alcools, phénols, acides, corps qui renferment tous le groupement OH — ces dissolvants donnent parfois un poids moléculaire qui est le double du poids moléculaire généralement adopté. — L'eau se comporte d'une manière tout à fait spéciale. L'abaissement du point de congélation que produisent des substances organiques en solution aqueuse est à peu près constant, mais il est de 0°,92 à 1°,27. Quant aux corps minéraux, on constate presque dans chaque classe de sels une valeur spéciale pour T_1. Afin d'arriver à des résultats auxquels on puisse se fier, il est bon de déterminer d'abord la dépression moléculaire de substances déjà connues et d'une composition analogue à celle du corps dont on cherche le poids moléculaire. De cette manière, on trouve la valeur de T pour la classe à laquelle appartient la substance dont la molécule est inconnue. On a ainsi pour le poids moléculaire

$$M = \frac{T}{A}.$$

Comme nous l'avons dit, l'acide acétique glacial, employé comme dissolvant, a toujours donné de bons résultats pour les corps organiques. Il suffit donc de s'en servir pour arriver à des valeurs très probables. Pour l'iodoforme et la morphine seulement, M. Raoult a obtenu des valeurs deux fois trop grandes.

Mentionnons enfin quelques précautions à prendre pour garantir l'exactitude de la détermination. D'abord il est évident que la détermination devient impossible quand le corps dissous réagit sur le dissolvant. Il y a cependant une exception. C'est le cas où le dissolvant s'ajoute simplement au corps dissous dans une proportion définie et connue, comme dans la formation des hydrates; on n'a alors qu'à tenir compte dans le calcul de cette quantité du dissolvant. Soit p le poids du dissolvant qui s'ajoute à P, poids de la substance dissoute, pour former un hydrate par exemple, la première formule devient

$$A = \frac{C\,(L-p)}{(P+p).\,100}.$$

En général M. Raoult a trouvé que, si plusieurs corps sans action l'un sur l'autre sont simultanément dissous dans 100 grammes d'un liquide, chaque corps abaisse la température de congélation en raison de son poids et du coefficient d'abaissement qu'il possède à la température de congélation du mélange.

En outre, la méthode ne peut donner des résultats exacts que si l'on emploie des solutions très étendues; cependant une solution trop étendue pourrait aussi conduire à une erreur.

Nous avons exposé le principe de la méthode de M. Raoult. Disons un mot de la pratique de l'opération. Des chimistes, entre autres M. Auwers (1), M. A. F. Hollemann (2), M. W. Hentschel (3) et M. Beckmann (4), ont proposé cette année différents appareils pour cette opération. Nous ne décrirons que celui de M. Hollemann; il se distingue par sa grande simplicité et donne en même temps des résultats suffisamment exacts. M. Hollemann introduit dans un large tube à essai 30 à 40 grammes de la solution dont on cherche le point de congélation. Dans ce tube est suspendu un thermomètre divisé en dixièmes de degrés; il s'y trouve en outre un agitateur en verre. Un mélange réfrigérant, contenu dans un vase de Berlin, peut s'élever ou s'abaisser à volonté, de façon à y faire plonger le tube. On refroidit d'environ 0°,5 au-dessous du point de congélation du liquide, puis on abaisse le mélange réfrigérant. En frottant ensuite les parois du tube avec la baguette en verre, ou mieux encore en introduisant

(1) *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, XXI, 701.
(2) *Ibid.*, XXI, 860.
(3) *Zeitschrift f. phys. Chemie*, II, 306.
(4) *Ibid.*, II, 638.

une très petite parcelle d'acide acétique solidifié, on fait cristalliser le liquide. Quand la cristallisation commence à s'opérer, le thermomètre monte un peu, mais bientôt il reste stationnaire. On marque alors la température. On fait fondre les cristaux et on recommence encore une ou deux fois la même opération.— La manière d'opérer de M. Hollemann est suffisamment exacte, quand la composition centésimale est connue et qu'il ne s'agit que de choisir entre deux formules moléculaires. Lorsqu'on veut des résultats plus précis, la méthode et les appareils se compliquent beaucoup.

Un mot encore des résultats obtenus par cette méthode. La plupart des chiffres publiés par M. Raoult lui-même ne sont certainement pas très exacts, mais ils ont une grande importance pour la découverte de sa méthode. Les déterminations faites par Paterno et Nasini (1), Oswald (2), V. Meyer et Auwers (3), et par E. Beckmann (4) ont beaucoup plus de valeur. Tous ces résultats nous amènent presque toujours aux poids moléculaires auxquels nous arrivons par des recherches purement chimiques, par les chaleurs spécifiques, par l'isomorphisme, par les tensions de vapeurs des solutions, et en particulier par l'hypothèse Avogadro-Ampère. Nous insistons sur ce point, car cette coïncidence nous semble le meilleur argument qu'on puisse apporter en faveur de cette hypothèse. Il est inconcevable, en effet, il est même impossible qu'il y ait cet accord constant entre les poids spécifiques et les poids moléculaires, si les différents corps en état de désagrégation parfaite ne renferment pas dans des volumes égaux le même nombre de molécules.

H. de Greef, S. J.

GÉOLOGIE

Changements de niveau des mers durant la période glaciaire. — Les anciennes idées sur la stabilité du niveau des mers ont été fortement ébranlées dans ces dernières années.

(1) *Berichte*, XIX, 2527.
(2) *Zeitsch. f. phys. Chemie*, II, 78.
(3) *Berichte*, XXI, 536. 701.
(4) *Zeitsch. f. phys. Chemie*, II, 715.

Depuis les belles études dont les terrasses marines de la Scandinavie ont été l'objet, on attribue ces terrasses successives à un recul progressif de la mer, et le recul lui-même, à la diminution de l'attraction du continent sur l'Océan par suite de la fusion des glaciers continentaux.

M. J.-M. Stappf, dans un important travail (1) où il résume ses observations sur le massif du Saint-Gothard et de l'Eulengebirge (Silésie), fait entendre une note sensiblement discordante. Dans ces régions, on observe, sur le flanc des montagnes et des vallées, des terrasses étroites et parfaitement nivelées sur plusieurs kilometres de longueur. On y remarque en outre des plateaux arrasés présentant sensiblement le même niveau, ainsi que des collines à sommet arrondi et aplati. Toutes ces formations avaient d'abord été attribuées à l'action des glaciers ou des érosions. Studer et ensuite M. Stappf ont reconnu leur véritable signification en les considérant, les unes comme des hauts-fonds sous-marins nivelés par les flots, les autres comme les bordures littorales de mers successives. Comme ces terrasses sont superposées à différents niveaux, elles semblent bien indiquer un recul progressif, apparent ou réel, de la mer. C'est ce recul que l'on a attribué à la fusion des glaces continentales. Pour élucider la question, M. Stappf se livre à une étude approfondie des glaciers et des causes qui régissent leur mouvement quand ils sont situés sur des surfaces inclinées. Discutant les observations recueillies surtout sur les glaciers du Groënland par Nordenskiöld, il arrive à poser qu'un glacier, même quand des courants liquides internes facilitent le mouvement, ne se meut que si son inclinaison atteint au minimum 0° 33'. Le grand glacier qui, durant la période glaciaire, recouvrait toute la Scandinavie n'a commencé à se mouvoir et à acquérir une force mécanique qu'à partir de cette inclinaison. Ce glacier, qui atteignait la Baltique et la Silésie, devait avoir son sommet à peu près à l'est du Syltoppar.

De cette montagne, qui compte 1790 mètres d'altitude, jusqu'à l'Eulengebirge qui en compte 560, la distance est de 1380 kilomètres. L'inclinaison du glacier n'aurait donc été que de 0° 3', et il serait resté inactif. Si donc l'on ne suppose pas de différence d'avec le relief actuel des régions septentrionales, il devient impossible de faire appel à l'action des glaciers. M. Stappf étudie d'ailleurs longuement les dépôts de l'époque glaciaire, et croit

(1) *Jahrbuch d. Kgl. preuss. geol. Landesanstalt*, 1888.

qu'ils doivent leur origine plutôt à un drift diluvial qu'à de véritables glaciers.

Quelles sont donc les causes des changements de niveau dont l'existence est incontestable? Faut-il les attribuer à des variations dans la masse des océans? La masse des eaux peut diminuer par absorption dans la croûte terrestre, par les actions chimiques et aussi par la vie organique. Elle peut augmenter par précipitation des vapeurs atmosphériques et par dégagement de l'eau combinée avec le noyau en fusion de la terre. Toutes ces causes seraient évidemment insuffisantes, aussi bien que la diminution de la surface du globe, ou la répartition inégale des eaux causée par la déformation du sphéroïde terrestre.

M. Stappf conclut donc qu'un changement dans le niveau des océans, sur toute la terre, est peu probable. Pour lui, les changements de niveau précités dans la limite des mers doivent être attribués à des soulèvements locaux accompagnés d'affaissements correspondants. Ces changements seuls, d'après les faits qu'il cite, sont capables de produire les effets observés. Si, par exemple, au lieu de placer comme nous l'avons fait plus haut le sommet du glacier scandinave au Syltoppar, nous le plaçons sur un sommet beaucoup plus élevé qui se serait produit à moitié chemin de l'Eulengebirge par le soulèvement de la Wettersee, nous aurions ainsi l'inclinaison nécessaire pour activer le glacier scandinave.

M. Stappf entre ensuite dans de longs développements sur les mouvements du sol du nord de l'Europe, qu'il croit nécessaires pour expliquer les changements de niveau observés.

Corrélations entre les dépôts tertiaires de France, d'Angleterre et de Belgique. — M. Prestwich, qui s'est longtemps occupé de ces questions, les reprend aujourd'hui avec de nouveaux matériaux (1). On admet communément aujourd'hui le synchronisme entre le landénien inférieur et les sables de Thanet, entre le landénien supérieur et les sables de Woolwich, entre l'yprésien inférieur et l'argile de Londres, entre le calcaire grossier et les sables de Bracklesham, et entre le grès de Beauchamp et les couches de Barton; mais l'accord cesse quand il s'agit de déterminer les équivalents anglais des sables de Bracheux et des lignites du Soissonnais, et les équivalents français des sables de Bagshot et des sables de Woolwich. M. Prestwich commence par

(1) *Quarterly Journal of the geological Society of London*, 1888.

dresser des listes de fossiles aussi exactes que possible, en ne prenant comme types que des gisements où n'existe qu'un seul niveau, afin de prévenir ainsi la confusion provenant du mélange de fossiles de niveaux différents dans une même liste. Il trouve alors que l'équivalent anglais des sables de Bracheux, au lieu d'être, comme on l'admet généralement, les sables de Thanet, doit être cherché dans les couches de Woolwich et d'Oldhaven, où l'on retrouve aussi une division moyenne d'argiles et de lignites fluviatiles entre deux divisions de sables marins.

Les couches d'Oldhaven, présentant une égale affinité dans leur faune avec les étages inférieur ou supérieur, peuvent être à volonté rangées dans l'un ou dans l'autre, mais se confondent avec la couche inférieure de l'argile de Londres appelée *basement-bed*.

Quant aux sables de Bagshot, jadis considérés par Prestwich comme équivalents en tout ou en partie du calcaire grossier, ils doivent être séparés en deux groupes : le supérieur, demeurant l'équivalent du calcaire grossier ; et l'inférieur, bien séparé du précédent par un niveau de ravinement, devenant de l'éocène inférieur synchrone des sables de Cuise-la-Motte et de l'yprésien supérieur.

Études sur les dépôts gypseux et gypso-saliériens. — Les gisements de Stassfurt et des environs de Paris ont de tout temps donné lieu à de nombreuses hypothèses. M. Briart (1), à la suite de nombreux savants, regarde ces dépôts comme les résidus de la concentration des eaux de mer par suite d'évaporations. L'Océan, par son étendue et l'énorme quantité de matériaux qu'il tient en dissolution, paraît seul capable d'expliquer l'universalité et la grandeur de ces phénomènes. Les expériences d'Usiglio sur l'évaporation de l'eau de mer ont prouvé qu'en se concentrant cette eau abandonne successivement des sels de plus en plus solubles. Or, à Stassfurt, les chlorures de sodium, de potassium et de magnésium, les sulfates de calcium et de magnésium sont, en général, disposés de haut en bas dans l'ordre de leur solubilité. Le golfe de Kara-Boghaz, grande saline naturelle au bord de la mer Caspienne, nous montre encore aujourd'hui, d'après les recherches de von Baer, comment les choses ont dû se passer jadis. M. Briart étudie également les célèbres dépôts gypseux du bassin de Paris. Contrairement à

(1) *Société géologique de Belgique*, t. XVI, 1888. Mémoires.

l'opinion de la généralité des savants français, il les rattache au même ordre de faits, et il admet, vu la présence de lits marneux à fossiles marins localisés à divers niveaux dans les gypses, que ceux-ci doivent leur origine à la concentration de l'eau de mer dans les lagunes. D'autres savants admettent, au contraire, qu'ils y ont été amenés par des fleuves riches en sulfate de chaux.

Aux gisements précédents, bien connus, M. Briart ajoute l'étude des gisements gypso-saliférien de la vallée de l'Èbre en Espagne, dont il a fait sur les lieux un examen approfondi. La présence, à la partie supérieure des dépôts, de calcaires lacustres ne prouve pas, en l'absence de coquilles marines dans les marnes et les gypses, que ceux-ci aient une origine lacustre; ils doivent être, comme les précédents, des résidus de l'eau de mer.

On observe également, dans la région, des sources salines, froides ou thermales, sodiques ou magnésiennes. Elles peuvent faire supposer qu'outre les amas précités, il existe encore en profondeur des dépôts salins beaucoup plus considérables dépendant du trias.

Mais l'évaporation des eaux de mer ne lève pas toutes les difficultés. Des faits comme l'énorme épaisseur de gypse rencontrée au sondage de Sperenberg semblent difficiles à expliquer. Certains auteurs, et notamment Élie de Beaumont, se fondant sur l'absence dans ces dépôts de l'iode et du brome que l'on trouve dans l'eau de mer, sont portés à rattacher leur formation à l'activité éruptive.

Relations des phénomènes éruptifs avec la formation des montagnes et loi de leur distribution, par M. Bertrand. — Les connaissances sur la formation des montagnes, si bien synthétisées par M. Suess, nous permettent de croire que les trois ou quatre chaînes principales dont on retrouve les traces dans la structure de l'Europe se sont formées lentement à travers plusieurs périodes géologiques, et qu'en outre l'exhaussement se serait fait par saccades successives. Or on peut constater que l'histoire de ces mouvements est concordante avec l'histoire de la venue au jour des diverses roches éruptives. Au centre de la chaîne sont localisées les roches acides à texture granitique. Puis viennent les centres d'éruption des roches porphyriques, acides ou basiques, divergeant des deux côtés de l'axe de la chaîne. En dernier lieu, on ne trouve plus que des roches basiques plus vitreuses. Il y a ainsi, comme le montre M. Bertrand, une récurrence remarquable dans les phénomènes de la

formation des montagnes, et cette récurrence se maniteste non seulement pour les roches éruptives, mais même pour les émanations métallifères. On constate en outre que les chaînes de montagnes européennes se sont développées successivement de plus en plus vers le sud par une suite d'ondes irrégulières et grossièrement concentriques.

Pour expliquer les retours périodiques de phénomènes semblables, il faudrait admettre que la couche supérieure du noyau liquide de la terre est elle-même soumise à des variations périodiques correspondantes. Cette hypothèse est difficile à admettre. Il semble plus vraisemblable qu'à certains moments une partie du noyau fluide se détache, monte dans l'écorce terrestre et s'isole ensuite. Les variations de ces lacs isolés donneraient naissance à une série de roches éruptives de plus en plus basiques et de moins en moins acides. L'âge d'une roche éruptive dépendrait donc de deux conditions : 1° sa position géographique, indiquant le lac souterrain dont elle provient ; 2° sa structure, fixant le degré d'évolution cristalline auquel ce lac est arrivé au moment de l'émission de la roche.

Dans les laccolithes des Montagnes rocheuses étudiés par K. Gilbert, on retrouve, mais en petit, le même ordre de phénomènes. Là aussi on voit des roches cristallines s'épancher dans des couches plus anciennes qui ont soulevé les roches supérieures en forme de dôme.

X. Stainier.

VERTÉBRÉS.

Les Balénoptères (1). — De tout temps, les baleiniers ont fait la distinction entre les Baleines, les Mégaptères et les Balénoptères. Les naturalistes n'ont connu ces distinctions que fort longtemps après eux.

Linné confondait dans le genre *Balæna* tous les grands Cétacés qui portent des fanons.

Lacépède a proposé le nom de Balénoptère pour ceux qui ont une nageoire sur le dos.

(1) P. J. Van Beneden. *Histoire naturelle des Balénoptères.* Mémoires couronnés 8° Acad. Roy. Belg. 1888, pp. 1-145.

Cuvier croyait à l'existence de deux espèces de Balénoptères : l'une de la Méditerranée, l'autre de la mer du Nord. Le naturaliste français connaissait également une troisième Balénoptère; mais, comme elle était de petite taille, il la considérait comme le jeune d'une des espèces précédentes. Il y avait donc, pour Cuvier, un Rorqual de la Méditerranée et un Rorqual de la mer du Nord. Le célèbre zoologiste avait préféré le nom de Rorqual, donné par les Norwégiens à des Baleines " qui portent des tuyaux sous la gorge "; il admettait aussi l'existence d'une Jubarte, supposée sans plis sous la gorge.

Eschricht a fait faire un pas immense à la Cétologie. Il a montré, entre autres choses, qu'il existe une Balénoptère de petite taille, ne dépassant pas 30 pieds de longueur, qui n'a pas plus de 48 vertèbres, qui a des fanons jaunes et des nageoires pectorales à moitié blanches, et que c'est elle qu'Othon Fabricius a eu l'occasion d'observer en vie pendant son séjour au Groënland.

Depuis les travaux de Cuvier, il a été reconnu également que la Balénoptère de la Méditerranée est la même que l'espèce commune de l'Atlantique et, dès 1836, M. *P. J. Van Beneden* a signalé sa présence sur les côtes de l'Islande.

Nous voilà donc en présence de deux espèces bien distinctes, la *Balænoptera musculus* et la *Balænoptera rostrata*, auxquelles vient s'en joindre une troisième, de taille moyenne, que Cuvier avait cru être la seule espèce du Nord : c'est la *Balænoptera borealis*. On connaît encore une quatrième espèce, la plus grande de toutes, que Pierre Camper avait déjà mentionnée et qui fréquente les courants glaciaires, à côté de la Baleine franche. C'est l'espèce qui a la plus forte taille, puisqu'elle atteint jusqu'à 80 pieds de longueur. Gray a proposé de la nommer *Balænoptera Sibbaldii*.

Après Eschricht, c'est à M. *W. H. Flower* que nous devons les principaux progrès accomplis dans l'étude des Balénoptères. Le célèbre directeur du British Museum s'est particulièrement occupé des individus échoués sur les côtes d'Angleterre, au point de vue anatomique et au point de vue systématique.

Schlegel, lui, ne croyait pas devoir admettre plus d'une espèce dans les mers septentrionales.

Cela posé, le genre *Balænoptera* peut être caractérisé par la nageoire que l'animal porte sur le dos, par les membres pectoraux qui sont petits, par les fanons qui sont courts, et par des tuyaux ou plis que l'animal porte sous la gorge et qui s'étendent jusqu'à

l'abdomen. Il se distingue aussi par la tête, qui a le quart de la longueur du corps, par le rostre qui est très peu courbé, comme par les vertèbres cervicales qui sont toutes séparées.

Comme caractère distinctif des espèces, M. P. J. Van Beneden accorde une grande valeur aux fanons : la *Balænoptera Sibbaldii* a les fanons d'un noir bleuâtre uniforme; la *Balænoptera musculus* a les fanons verdâtres ou pâles, avec des lignes plus claires dans toute la longueur ; la *Balænoptera borealis* a les fanons noirâtres, avec les barbes blanches et soyeuses ; la *Balænoptera rostrata* a les fanons d'un jaune pâle.

La femelle des Balénoptères est, en général, plus grande que le mâle, comme dans les autres Cétacés à fanons.

L'accouplement, comme la parturition, a lieu en hiver; la gestation paraît être de dix à douze mois. En venant au monde, le jeune a le quart de la longueur de la mère. (Les vraies Baleines, comme les Cétodontes, ont le tiers de la longueur de la mère en naissant.)

Le jeune accompagne sa mère jusqu'à ce qu'il ait la moitié de la taille de celle-ci.

Le cerveau des Balénoptères a été étudié par M. Beauregard. L'aide-naturaliste du Muséum de Paris est arrivé au même résultat que Broca, c'est-à-dire, que les Cétacés, par la conformation du cerveau, se ramènent à un type très peu différent de celui des Solipèdes et des grands Pachydermes. Les Balénoptères, comme les autres Cétacés à fanons, se distinguent, par le développement de leur lobe olfactif, des Cétacés à dents.

Le larynx des Balénoptères présente également un caractère qui ne se trouve pas chez les Cétodontes, mais qui leur est commun avec tous les Cétacés à fanons: il est pourvu d'une poche, sac laryngé, qui peut au besoin se remplir d'eau et dont le calibre est assez grand pour avoir été confondu avec l'intestin. Ce sac laryngé semble représenter les poches des évents des Cétodontes, et l'eau qu'il renferme peut se mêler à l'air au sortir des évents.

L'intestin des Balénoptères se distingue aussi par un cæcum qui n'existe pas dans les vraies Baleines.

Les pêcheries de la côte de Finmark ont fait connaître en partie les mœurs des Balénoptères.

Le régime n'est pas le même dans les différentes espèces; les unes poursuivent surtout les bancs de *Mallotus*, de Harengs ou de Gades *(Balænoptera rostrata* et *Balænoptera musculus);* les autres se repaissent de Crustacés assez petits *(Balænoptera Sib-*

baldii et *Balænoptera borealis)*. Les baleiniers s'accordent à dire que la voracité des Balénoptères est si grande que, quand elles se trouvent au milieu d'un banc de *Mallotus*, elles ne s'occupent pas plus d'un steamer qui s'approche que du vent qui ride la surface de la mer.

Chaque espèce souffle et respire à sa manière, et les baleiniers distinguent fort bien à distance les Balénoptères qui apparaissent à l'horizon. En général, on peut dire qu'elles se tiennent dans une position horizontale en venant à la surface, qu'elles respirent trois ou quatre fois, puis plongent en levant la queue hors de l'eau. Les baleiniers disent que c'est la *Balænoptera Sibbaldii* qui relève le plus la queue, la *Balænoptera musculus* le moins.

Les Balénoptères émigrent toutes périodiquement. On voit apparaître les Balénoptères tous les ans vers le mois de mai dans l'Atlantique; elles se rendent, les unes vers la mer de Baffin, les autres vers l'Islande et la mer de Barentz, où elles restent pendant les mois d'été; au mois d'août, elles abandonnent ces parages pour se rendre dans des eaux plus méridionales. On a remarqué que la *Balænoptera musculus* arrive la première sur les côtes de Finmark et la *Balænoptera Sibbaldii* la dernière; la *Balænoptera musculus* se montre parfois déjà à la fin de l'hiver.

On a longtemps pêché les baleines sans songer à faire la chasse aux Balénoptères. " On ne poursuit guère les Balénoptères ", observait Holböll, gouverneur du Groënland. Leurs fanons sont sans usage, l'animal donne peu d'huile et leur pêche est difficile. Cependant, les vraies baleines ayant considérablement diminué partout, on a songé à mettre à profit les steamers et la poudre pour capturer les Balénoptères, et, en 1865, une compagnie anglo-américaine a commencé la pêche de ces Cétacés dans les eaux de l'Islande. Vers 1868, un pêcheur norwégien, M. Sven Foyen, a commencé la chasse aux Balénoptères sur les côtes de Finmark, et, grâce aux perfectionnements qu'il a apportés successivement aux projectiles, il existe aujourd'hui un grand nombre d'établissements se livrant à cette industrie. Les steamers sortent le matin, soit de Vadsö, soit d'un autre port des environs, et ils reviennent le même jour ; rarement ils quittent les lieux de pêche sans avoir capturé une Balénoptère. Ils remorquent le corps jusqu'au chantier, où l'on enlève les fanons, on sépare la graisse et on transforme ce qui reste en guano de baleine. Au début de la pêche des Balénoptères, on ne

s'occupait que de la grande espèce, la *Balænoptera Sibbaldii;* aujourd'hui, on ne néglige même pas la *Balænoptera musculus,* qui donne le moins de profit. Les premières années qu'on se livrait à cette chasse dans le Varanger-Fjord, les Balénoptères étaient si abondantes pendant les mois d'été, que la surface de la mer paraissait comme en ébullition; les navires osaient à peine se hasarder au milieu de cette surface vivante qui s'étendait à perte de vue. On y prenait régulièrement des individus qui n'avaient pas moins de quatre-vingts pieds de longueur. En même temps, dit M. Van Beneden, ces Cétacés se laissaient tous approcher sans fuir, de même que partout ailleurs où les animaux se trouvent pour la première fois en face de l'homme. Aujourd'hui, les Balénoptères ne pénètrent plus guère dans le Varanger-Fjord, et celles que l'on chasse à l'entrée atteignent rarement toute leur taille. En outre, elles sont devenues très farouches. On ne les approche que bien difficilement, mais les engins de capture sont plus perfectionnés et les steamers mieux appropriés à leur destination.

En 1883, on a pris 406 Balénoptères sur les côtes de Finmark: 175 *Balænoptera Sibbaldii* et le restant moitié *Balænoptera musculus* et *Balænoptera borealis.*

Contrairement aux Baleines véritables, les Balénoptères sont probablement toutes cosmopolites. On trouve les quatre formes de nos régions septentrionales, aussi bien dans l'Atlantique méridional que dans l'océan Pacifique, la mer des Indes et l'océan Austral.

Les Balénoptères sont peu hantées par les commensaux et les parasites; elles n'hébergent ni Cyames, ni Cirripèdes. On ne trouve sur elles qu'un Copépode du genre *Penella* (fixé par la tête dans l'épaisseur de la peau) et un autre du genre *Balanophilus* (sur les fanons). Comme parasites, M. P. J. Van Beneden ne connaît qu'un Échinorhynque (assez commun dans l'intestin) et un Bothriocéphale.

Il est assez remarquable que la Baleine franche ne se couvre que de Cyames, la Mégaptère de *Diadema*, les Balénoptères de *Penella.*

Passons maintenant à l'examen des diverses espèces de Balénoptères.

I. Balænoptera rostrata. 1. *Historique.* La *Balænoptera rostrata* de Fabricius, qui n'est pas la *Balæna rostrata* de Linné, est connue depuis les temps les plus reculés; il en est fait mention dans les plus anciens manuscrits des Islandais.

2. *Synonymie.* La *Balænoptera rostrata* n'a pas moins de dix noms scientifiques et de six noms vulgaires.

3. *Caractères.* Elle ne dépasse guère 30 pieds de longueur ; la nageoire pectorale a un chevron blanc; les fanons sont toujours de la même couleur jaune pâle ; la colonne vertébrale compte 48 vertèbres; le sternum est en croix latine ; les côtes sont au nombre de 11.

Les jeunes se séparent de la mère à l'âge de deux ans ; ils ont encore la moitié à gagner pour atteindre la taille adulte.

4. *Organisation.* Selon notre excellent ami Ch. Julin, le système dentaire du fœtus de cette espèce rappelle les dents adultes des Squalodons.

La colonne vertébrale se compose généralement de 7 cervicales, 11 dorsales, 13 lombaires et 17 caudales.

5. *Mœurs.* Le capitaine Holböll a eu l'occasion d'observer cette petite Balénoptère sur la côte du Groënland, et il fait remarquer qu'on la voit au milieu des grandes Baleines. Elle vit probablement par couples.

La *Balænoptera rostrata* poursuit les poissons. Motzfeld a vu, sur la côte du Groënland, cette Balénoptère avaler des *Mallotus arcticus,* fermer la bouche au-dessus de l'eau et rejeter ensuite l'eau ingérée en jets d'écume des deux côtés ; puis, après un moment de repos, il a observé l'haleine qui sortait des narines comme chez tout autre animal qui respire.

On a vu souvent la *Balænoptera rostrata* entourée de *Tursiops-tursio,* au moins au nord de l'Atlantique. Ils poursuivent sans doute la même pâture.

D'après Eschricht, la gestation n'est que de dix mois; en naissant, l'animal a 9 pieds de long, c'est-à-dire, comme dans les autres espèces, à peu près le quart de la longueur de la mère.

Eschricht a constaté plusieurs exemples de jumeaux.

6. *Distribution géographique.* La *Balænoptera rostrata* a été observée en Europe : sur les côtes du Groënland et du Spitzberg, de l'Islande et de la Norwège, de la Suède, du Danemark, de l'Allemagne, des Pays-Bas, de la Belgique, de la France, de l'Écosse, de l'Angleterre, et, enfin, dans la Méditerranée et dans la Baltique. On l'a vue aussi dans la mer Blanche et dans la mer de Kara.

En dehors de l'Europe, elle a été mentionnée sur les côtes du Labrador et des États-Unis d'Amérique. Dans le Pacifique, on l'a vue au détroit de Behring, sur les côtes du Kamschatka, dans les parages des îles Aléoutiennes, et elle est connue, sous le nom de *Balænoptera Davidsoni*, sur les côtes de la Californie.

Dans l'hémisphère antarctique, on connaît une petite Balénoptère à 48 vertèbres sur les côtes de la Plata, de Kerguelen, et dans les eaux de la Nouvelle-Zélande.

Il n'y a que deux points où la *Balænoptera rostrata* apparaisse périodiquement, à savoir : le détroit de Davis et les Fjords de Bergen. Dans l'une et l'autre région, elle ne se montre qu'en été. Où se trouve-t-elle pendant le reste de l'année? C'est ce qu'on ignore.

7. *Musées.* La ville de Brême a possédé le premier squelette de la *Balænoptera rostrata;* il fut décrit par Albers. Le Collège des chirurgiens, à Londres, eut le second. Les universités de Liège et de Louvain en ont, chacune, un exemplaire.

8. *Dessins.* A Greifswald, on conserve une peinture faite d'après un individu échoué à l'embouchure du Weser en mai 1699 et dont le squelette est au musée de Brême.

John Hunter (1787), Lacépède, Scoresby, de Kay (1808), Rosenthal, du Bus (1865), Hutton (1873), Sars (1878), Lesson (1835), P. Gervais (1861), Scammon, Anderson (1878) ont également publié des dessins.

9. *Parasites.* Ce sont :

Distoma goliath, Van Ben., qui habite le foie.

Filaria crassicauda, Creplin, qui vit dans le canal de l'urèthre ou le corps caverneux.

Ascaris angulivalvis, Creplin, *Echinorhynchus porrigens,* Rud., dans l'intestin.

Penella balænopteræ, sur la peau, surtout autour des organes sexuels.

II. Balænoptera borealis. 1. *Historique.* Elle fut décrite d'abord par Rudolphi, dans les Mémoires de l'Académie des sciences de Berlin pour 1820-21, mais c'est Lesson qui lui donna son nom.

2. *Synonymie. Balænoptera borealis,* Lesson; *Balæna rostrata*, Rudolphi; *Rorqual du Nord,* Cuvier; *Sibbaldius laticeps,* Gray.

Langrör, Saaiwahl, Seichwal, Seje, Cadwhale, Sildehval des pêcheurs finmarkois.

3. *Caractères.* Les individus qui échouent atteignent communément 30 à 40 pieds. Les fanons sont noirs avec les barbes blanches et soyeuses. La nageoire dorsale est élevée, recourbée et pointue. La nageoire pectorale est noire à sa face externe, blanche à sa face interne, pointue à son extrémité. Les flancs sont couverts de taches blanches et le dessous du corps est blanc. Il y a 55 ou 56 vertèbres.

4. *Organisation.* M. Collett a compté, dans une femelle adulte, de chaque côté, le long de la mandibule, onze bulbes pileux avec des poils de dix millimètres, et, derrière eux, encore deux autres, ce qui fait 26 en tout.

Les deux rangées de fanons s'unissent en avant sur la ligne médiane. Leur forme les rapproche de ceux des vraies Baleines par leur longueur et leur étroitesse à la base.

La *Balænoptera borealis* se distingue par la largeur des os nasaux; par l'os frontal, qui n'est pas plus large à sa base qu'au-dessus des orbites; par les vertèbres, qui sont proportionnellement petites; par les os en général, qui sont délicats et moins spongieux que dans les autres espèces; enfin, par la première côte, qui a une tendance particulière à la bifidité. La caisse tympanique se fait remarquer par sa forme aplatie et ses extrémités pointues.

Par la tendance de ses vertèbres cervicales à se souder, comme par les fanons, cette Balénoptère se rapproche des vraies Baleines.

Schlegel a montré qn'elle a sept cervicales, treize dorsales, seize lombaires et vingt caudales.

5. *Mœurs.* En général, cette espèce est rare et, dans les eaux visitées par les Balénoptères, on ne la trouve qu'en très petit nombre au milieu des autres.

Les individus capturés sur les côtes de Finmark avaient l'estomac plein de Crustacés.

6. *Usages.* La chair de cette espèce est si différente de celle des autres espèces, dit M. Guldberg, qu'on la conserve pour la table. Il y a une pêche particulière près du cap Nord, d'où l'on expédie la chair sous forme de boudins.

Les mandibules sont tranformées sur les lieux en aiguilles à tricoter, dit M. Cocks.

7. *Distribution géographique.* La *Balænoptera borealis* n'arrive qu'en juin sur les côtes de Finmark. Le meilleur moment de la pêche est du milieu de juin jusqu'à la première moitié de juillet.

On connaît plusieurs individus qui sont venus échouer sur les côtes des mers d'Europe. Nous trouvons aussi quelques exemples de captures faites de l'autre côté de l'Atlantique.

8. *Musées.* Le squelette de cette espèce était encore excessivement rare il y a quelques années. Aujourd'hui, divers musées. notamment celui de Bruxelles, en possèdent.

9. *Dessins.* La *Balænoptera borealis* a été peu figurée. Brandt (1819), Fischer (1874), Sars, R. Collet en ont publié des représentations.

10. *Parasites.* Les fanons, surtout ceux du milieu, se couvrent de Crustacés copépodes en quantité prodigieuse : ce sont plutôt des commensaux *(Balænophyllus unisetus,* Aurivilius).

M. R. Collett a trouvé, dans l'intestin de tous les individus qu'il a ouverts, des milliers d'Échinorhynques, qu'il rapporte à deux espèces.

III. Balænoptera musculus. 1. *Historique.* La *Balænoptera musculus* est la Balénoptère la plus commune : elle échoue sur les côtes d'Europe depuis la Laponie jusqu'au fond de la Méditerranée. Elle est aussi la plus anciennement connue : Aristote parle d'elle sous le nom de *Mysticetus ;* il lui met dans la bouche des poils qui rappellent, dit-il, les soies de porc, ce qui, selon M. P.-J. Van Beneden, ne peut s'appliquer qu'à un Cétacé à fanons.

Pline cite les paroles d'Aristote et donne à l'animal le nom de *Musculus*, qu'il porte encore aujourd'hui.

Linné, Fabricius, Schlegel, M. P.-J. Van Beneden, Cuvier, Eschricht, MM. G.-O. Sars, W.-H. Flower, Delage et Guldberg se sont occupés de la *Balænoptera musculus* dans les temps modernes.

2. *Synonymie. Mysticetus,* Aristote; *Musculus,* Pline; *Rorqual de la Méditerranée*, Cuvier; *Physalus antiquorum*, Gray; *Pterobalæna communis,* Eschricht.

C'est encore le *Tunnolik* ou le *Keporkarnak* des Groënlandais, le *Sildrecki* des Islandais, le *Razorback* des baleiniers américains, le *Finnfisch* ou *Vinwall* des baleiniers en général et le *Rohrval* des Norwégiens.

3. *Caractères.* La face inférieure du corps est blanche ; les fanons sont d'un gris pâle verdâtre, souvent parcourus dans leur longueur par des stries blanches ; les vertèbres sont au nombre de 62 et les côtes de 15 paires ; le sternum est large en avant et terminé en pointe. La nageoire dorsale est placée au-dessus de l'anus, vers les trois quarts de la longueur du corps ; elle est assez grande.

Le corps est mince et allongé comme s'il était appauvri, très comprimé au devant de la nageoire caudale.

Il y a une sorte de pleuronectisme dans la *Balænoptera musculus*, dit M. G. Pouchet, en ce que le corps est souvent plus pâle d'un côté que de l'autre.

La longueur moyenne de l'animal complètement adulte est de 60 pieds.

La femelle est plus grande que le mâle.

4. *Organisation.* Il existe une poche du larynx comme dans la Balénoptère de Sibbald. Cette poche a fait commettre bien des erreurs, notamment à F. Cuvier et à W. Vrolik qui la prit pour une portion de l'intestin.

Pour expliquer la présence des sillons dans les Balénoptères, Vrolik suppose qu'ils sont en rapport avec la nécessité de dilatation de l'œsophage, quand l'animal avale de gros poissons, comme il a l'habitude de le faire, dit-il. Mais, ajoute M. P. J. Van Beneden, on n'a jamais trouvé, que je sache, des restes de gros poissons dans l'estomac des Balénoptères; c'est de poissons comme les harengs qu'elles se nourrissent.

La découverte du fémur rudimentaire dans les Balénoptères a été faite en premier lieu par le professeur Flower.

5. *Mœurs.* La *Balænoptera musculus* poursuit surtout un poisson, l'*Osmerus arcticus.* Des pêcheurs assurent en avoir trouvé jusqu'à huit cents dans un seul estomac de Balénoptère. Sur les côtes d'Islande, d'Écosse et de Norwège, ce sont, pourtant, principalement les bancs de harengs que cette Balénoptère accompagne.

Les Balénoptères que l'on capture sur les côtes de Finmark ont toujours leur estomac plein, tandis que les individus échoués ont ordinairement l'estomac vide.

La *Balænoptera musculus* souffle très haut; elle n'est pas farouche et approche des chaloupes en les côtoyant pendant des heures.

D'après Guldberg, la fécondation et la mise bas ont lieu en hiver; la gestation est de dix à douze mois; le jeune accompagne sa mère jusqu'à ce qu'il ait atteint la moitié de sa taille.

6. *Pêche.* Les baleiniers qui allaient jadis à la pêche de la baleine franche dédaignèrent souvent de harponner la *Balænoptera musculus.* Ils la considéraient comme sans importance à cause du peu de lard et de la difficulté de la capturer. Aujourd'hui, on lui fait régulièrement la chasse. C'est au début de 1870 qu'on a commencé avec des steamers et des canons chargés de bombes-lances et de harpons. La saison de cette pêche commence au mois de mai et finit au commencement d'août, sur les côtes de Finmark. Les principales factoreries sont à Vardö, à Vadsö, à Böle et à Far-Fjord. En 1886, on a capturé au moins cinq à six cents individus.

7. *Distribution géographique.* Au sud comme au nord de l'Atlantique, dans le Pacifique, dans l'océan Austral comme dans la mer des Indes, on signale plusieurs Balénoptères dont une espèce est la *Balænoptera musculus.*

8. *Musées.* C'est la forme dont le squelette est le plus commun dans les musées. Il y en a un exemplaire, notamment, au musée de Bruxelles.

9. *Dessins.* Comme notre Balénoptère a été souvent capturée, elle a aussi été très souvent représentée. Une des plus anciennes figures date de 1577.

10. *Commensaux et parasites.* MM. Sars et Hallas ont trouvé des *Penella balænopteræ* enchâssés par la tête dans l'épaisseur de la peau de l'hôte. Le premier a vu des *Penella* d'un pied avec la partie antérieure du corps plongée dans la couche graisseuse.

Il y a des Échinorhynques en abondance dans l'intestin.

IV. Balænoptera Sibbaldii. 1. *Historique.* C'est sir R. Sibbald qui l'a fait connaître en 1692, et c'est Gray qui lui a donné son nom spécifique en 1847.

2. *Synonymie. Balæna physalus,* Pallas; *Curierius* et *Physalus Sibbaldii*, Gray; *Pterobalæna gigas,* Eschricht; *Pterobalæna gryphus*, J. Münter; *Balænoptera latirostris,* Flower; *Balænoptera Cuvierius* ou *Carolinæ,* Malm.

Les Groënlandais la connaissent sous le nom de *Tunnolik;* les Islandais sous celui de *Steypireydr;* les Norwégiens sous celui de *Blaahval.*

3. *Caractères.* Cette espèce se distingue des autres Balénoptères par le rostre, qui est fort large, surtout vers le milieu de sa longueur; par les os nasaux tronqués en avant, et par les palatins fort larges; le maxillaire supérieur est dépassé par le maxillaire inférieur, et l'apophyse coronoïde est haute et pointue; les vertèbres sont au nombre de soixante-trois ou de soixante-quatre, les côtes sont à quinze ou seize paires; le sternum est large et court; les métacarpiens et les phalanges sont comparativement longs.

Les fanons sont courts et fort larges à leur base, d'un noir foncé à reflets bleuâtres.

La nageoire dorsale est petite, pointue et rapprochée de la nageoire caudale. Elle est placée au-dessus de l'anus vers les quatre cinquièmes de la longueur du corps. Les nageoires pectorales sont longues et pointues. La peau du dos est d'un brun foncé tirant sur le vert. La peau du ventre est grisâtre, argentée.

Des poils, au nombre d'une trentaine, sont placés au menton dans un espace circulaire.

La taille de l'animal dépasse 80 pieds.

4. *Organisation.* Pour se faire une idée de la taille des vertèbres, nous ferons remarquer que l'axis mesure d'un bout de ses apophyses à l'autre $1^{m},25$.

Sous le rapport morphologique, les fanons correspondent aux papilles du palais des Ruminants; leur origine est épidermique.

5. *Mœurs.* La *Balænoptera Sibbaldii* progresse avec une vitesse de 12 milles à l'heure. Son poids est de 70 tonnes; la largeur de sa queue de 18 à 20 pieds; sa force de 145 chevaux.

Elle se nourrit de petits Crustacés. Un estomac en contient d'ordinaire 3 ou 4 hectolitres.

Ces Cétacés vivent par couples, et la femelle est plus grande que le mâle.

L'accouplement se fait en été. La durée de la gestation est de plus d'une année. La reproduction se fait tous les trois ans. En juillet 1883, on a capturé une femelle avec les mamelles pleines de lait.

6. *Distribution géographique.* La *Balænoptera Sibbaldii* n'est pas confinée à l'Atlantique septentrional; elle hante le Pacifique et se répand même dans les eaux de nos antipodes.

7. *Musées.* Divers musées, notamment le musée de Bruxelles, ont des squelettes de *Balænoptera Sibbaldii.*

8. *Dessins.* La plus ancienne figure date de 1692.

9. *Parasites.* Ce sont de petits Cirripèdes, deux Copépodes, un *Monostomum,* une *Filaria,* un *Echinorhynchus* et un Cestode indéterminé.

Les Ziphioïdes des mers d'Europe (1). Au commencement du siècle, en creusant les bassins d'Anvers, les ouvriers terrassiers mirent au jour des rostres de Cétacés véritablement pétrifiés; vers la même époque, sur les bords de la Méditerranée, on découvrit une tête légèrement mutilée, plus ou moins fossile, avec un rostre solide; ne pouvant la rapporter, pas plus que les rostres d'Anvers, à un Cétacé connu, Cuvier proposa de les désigner sous le nom de *Ziphius.*

Ce nom de *Ziphius* avait été employé par quelques auteurs du moyen âge pour un Dauphin qu'ils n'ont point clairement déterminé.

Les *Ziphius*, disait Cuvier, ne sont ni tout à fait des Baleines, ni tout à fait des Cachalots.

Selon M. P. J. Van Beneden, les Cétacés forment trois groupes équivalents : les *Mysticètes*, ou Cétacés à fanons ; les *Ziphioïdes*, dont la dentition est d'une nature spéciale ; et les *Dauphins.*

(1) P. J. Van Beneden. *Les Ziphioïdes des mers d'Europe.* Mémoires couronnés 8° Acad. Roy. Belg., 1888, pp. 1-113.

Chez les *Ziphioïdes*, les os de la face s'allongent pour former un véritable rostre ; les yeux sont placés fort en arrière ; la fente buccale est petite ; les narines s'ouvrent à gauche et forment un croissant dont la convexité est en avant ; la tête est peu symétrique, surtout les os qui encadrent les fosses nasales.

En général, les os lacrymaux et mastoïdiens sont séparés ; les mandibules sont toujours symphysées sur une grande longueur.

Il y a souvent quelques dents rudimentaires non alvéolées à l'une ou à l'autre mâchoire ; dans le Cachalot, elles sont cachées sous la peau au palais et complètement déformées.

A la mâchoire inférieure, elles sont alvéolées et varient quant à leur nombre, quant à la place qu'elles occupent et enfin quant à leur forme.

Les os de l'oreille ont des caractères propres dans les trois groupes de Cétacés. Les Baleines, les Balénoptères et les Mégaptères ont l'apophyse qui les attache au crâne insérée sur le rocher. Les Ziphioïdes ont l'apophyse insérée sur la caisse tympanique même. Les Dauphins n'ont pas d'apophyse du tout ; chez eux, la caisse ne tient au crâne que par des parties molles.

Le corps de l'hyoïde ainsi que les cornes sont très larges.

Les vertèbres sont allongées et peu nombreuses (45 à 50) ; les nageoires pectorales, fort petites, sont en disproportion avec la taille de l'animal ; les doigts sont au nombre de cinq ; les côtes s'articulent au sternum par des cartilages.

Entre l'estomac et l'intestin, il y a une suite de six compartiments. Le cæcum manque.

Plusieurs Ziphioïdes présentent des différences sexuelles très grandes : les Cachalots mâle et femelle se distinguent par la taille ; les Hypéroodons par la conformation de la tête ; les Microptérons et les Ziphius par la dimension des dents.

Jusqu'ici on ne connaît guère le spermaceti que dans les Cachalots ; nous avons lieu de croire, dit M. P. J. Van Beneden, que tous les Ziphioïdes en produisent.

La famille des Ziphioïdes se distingue également par le régime ; depuis longtemps Eschricht a fait la remarque que ces Cétacés poursuivent surtout les Céphalopodes. Vrolik a trouvé jusqu'à dix mille becs de ces animaux dans l'estomac d'un Hypéroodon.

Parmi les caractères propres aux Ziphioïdes, on peut encore citer les sillons qu'ils montrent sous la gorge et qui correspondent avec la longue symphyse de leur mandibule.

Plusieurs Ziphioïdes gémissent ou beuglent quand ils sont échoués sur la plage. La femelle de *Micropteron* qui est venue à la côte d'Ostende poussait de véritables gémissements. L'*Hypéroodon* qui a péri à Hillion, sur la côte de Bretagne, en 1880, beuglait de manière à effrayer, la nuit, les habitants à une grande distance. J. V. Haast a observé un *Berardius* qui beuglait comme un taureau.

Les Ziphioïdes vivent par bandes composées surtout de femelles. Ils habitent principalement les mers profondes des régions équatoriales.

Ceux qui ont été signalés dans les mers d'Europe sont : le Cachalot, l'Hypéroodon, le Ziphius cavirostre et le Micropteron de Sowerby.

Il semble y avoir un contraste entre les Cétacés des régions chaudes et ceux des régions froides. Les premiers, habitant normalement des régions équatoriales, peuvent devenir cosmopolites : le Cachalot visite le Groënland comme la Nouvelle-Zélande, tandis que les espèces véritablement polaires, comme la Baleine franche, ne quittent jamais les glaces.

I. Le Cachalot *(Physeter macrocephalus)*. 1. *Historique*. Le Cachalot a été connu des anciens, mais fort incomplètement au point de vue de ses affinités zoologiques. Belon et Rondelet en font également mention. Il en est de même de Gessner. Ambroise Paré signale un individu échoué dans l'Escaut, près d'Anvers, en 1577. Clusius (1598), Sibbald (1689), Dudley (1712), etc., le citent aussi.

2. *Synonymie. Physeter macrocephalus; Catodon macrocephalus,* Gray; *Cachalot,* des Français; *Sperm Whale,* des Anglais; *Pott Fisch,* des Hollandais; *Capidoglio,* des Italiens; *Kigutilik,* des Groënlandais.

3. *Caractères.* Le Cachalot a la taille des Baleines; mais, au lieu de fanons au palais, il a le maxillaire inférieur garni d'une vingtaine de fortes dents coniques, assez espacées. Le mâle est plus grand que la femelle. Celle-ci ne dépasse guère 30 pieds; celui-là va jusqu'à 60.

Les Cétacés en général se distinguent des autres Mammifères par le défaut de symétrie, et ce défaut se fait plus particulièrement sentir chez les Cachalots.

Ces animaux ont une tête énorme avec un museau carré et tronqué, à l'angle antérieur et supérieur duquel sont placés les évents. Cette tête renflée est produite par l'accumulation du

spermaceti; car le crâne est, au contraire, excavé comme un canot.

La mandibule s'éloigne complètement de celles des Baleines; les deux branches se réunissent sur une grande longueur comme dans les Dauphins à longue symphyse. On connaît plusieurs mandibules de Cachalot dont l'extrémité antérieure est recourbée : c'est un arrêt d'épanouissement dû à une cause externe.

Les Cachalots n'ont point d'os lacrymal séparé, selon M. Flower.

Les dents des Ziphioïdes diffèrent de celles des Delphinides par l'absence d'une couche d'émail. Elles manquent toujours, à l'état bien développé, à la mâchoire supérieure. Cependant, chez le Cachalot, elles existent, mais ne sortent pas des gencives.

Les Cachalots, comme tous les Ziphioïdes, ont un petit nombre de vertèbres; il y a 7 cervicales, 8 dorsales, 11 lombaires, 24 caudales, soit en tout 50 vertèbres.

Les Cachalots ont l'atlas séparé et les six autres vertèbres cervicales soudées.

Le sternum de l'animal adulte ne forme qu'un seul os, allongé d'avant en arrière, élargi en avant, rétréci au milieu, et se terminant en arrière par une languette régulièrement arrondie. Il reste un trou en avant sur la ligne médiane.

Le bassin est représenté par un seul os de chaque côté comme dans les Delphinides.

4. *Mœurs.* Les Cétacés qui nous occupent, dit M. P.-J. Van Beneden, sont essentiellement pélagiques et descendent à de grandes profondeurs dans la mer.

Le capitaine Gray assure avoir vu des Cachalots rester deux heures sans venir à la surface et dérouler jusqu'à 700 brasses de corde. Le capitaine Scammon en a vu plonger pendant 50 minutes et même une heure et quart.

Les mouvements de ces animaux sont brusques et violents. Ils nagent avec une vitesse de 3 milles à l'heure.

Les Cachalots ont de la voix; on assure avoir entendu des mugissements d'individus blessés à plus de quatre kilomètres de distance.

L'air expiré par eux a une odeur d'une fétidité extraordinaire. Les Cachalots nagent par bandes, ou gammes. Une de leurs stations favorites est le côté *sous le vent* des îles Gallapagos. Les gammes peuvent contenir jusqu'à deux cents individus. Les mâles sont les défenseurs naturels de la bande; aussi,

au lieu de fuir à la première attaque comme les Baleines, les Cachalots se défendent vigoureusement.

Les baleiniers disent pourtant que ce sont surtout les femelles qui se réunissent et que les vieux mâles vivent généralement isolés.

Le mode d'accouplement est le même que celui des Baleines : les Cachalots s'unissent debout dans l'eau, la tête au-dessus de la surface. Nous ne savons s'il y a des époques fixes pour les amours.

Les Cachalots se nourrissent de Céphalopodes, comme tous les Ziphioïdes.

L'*ambre gris*, autrefois très estimé comme article de parfumerie, est le résidu de la digestion des Cachalots; son odeur musquée provient du Poulpe dont ces Cétacés font leur pâture. Albert le Grand et Marco Polo connaissaient déjà son origine.

Les Cachalots produisent encore une autre substance : nous voulons parler du *blanc de baleine* ou *spermaceti* (palmitate de cétyle des chimistes). Cette substance grasse est surtout formée sous la peau du front et du rostre de ces animaux.

5. *Pêche.* On s'est livré pendant longtemps à la pêche de la Baleine avant de songer à la pêche du Cachalot. Cependant, en 1712, un baleinier de Nantucket, Christopher Hussey, poussé au large par un vent violent, se trouva devant une gamme de Cachalots, dont il captura un individu. L'animal n'avait, il est vrai, pas de fanons ; mais il possédait des couches de graisse qui lui donnaient une valeur commerciale égale à celle de la Baleine. Et, comme on crut d'abord que cette graisse était le sperme du Cachalot, on l'appela *spermaccti*, tandis qu'on réserva à l'animal le nom de *Spermwhale.*

Aujourd'hui la pêche du Cachalot a lieu principalement dans l'océan Pacifique. Il n'y a plus guère que les Américains qui se livrent encore à cette industrie, car les Cétacés dont nous parlons sont devenus très rares.

6. *Distribution géographique.* Il est reconnu que le Cachalot est un animal des régions tropicales, que l'on trouve surtout dans le Pacifique, mais qui est répandu depuis l'équateur jusqu'au Groënland et à la Nouvelle-Zélande.

Beaucoup d'individus sont venus échouer sur les côtes d'Europe.

La première année du règne de Claude (an 44), dit Pline, un Cachalot (Orca) échoua sur le rivage. Il serait mort par le seul

fait de son naufrage; mais l'empereur qui se mit à la tête des cohortes prétoriennes combattit avec elles le monstre marin.

L'échouement le plus remarquable est celui de 1853; une petite gamme alla se perdre tout entière entre Pola et Trieste, sur la côte d'Istrie.

7. *Musées.* Peu de musées possèdent un squelette complet de Cachalot. Le musée de Bruxelles en attend un. Cet établissement renferme aussi l'atlas de l'animal qui a péri dans l'Escaut en 1577.

8. *Dessins.* On a été longtemps sans avoir une bonne figure du Cachalot. Le plus ancien dessin remonte à 1577.

Les pêcheurs des côtes d'Alaska ont gravé cet animal assez fidèlement sur des plaquettes en os.

Aujourd'hui, on en possède d'excellentes représentations.

9. *Commensaux et parasites. Otion Cuvieri*, sur la lèvre inférieure ; *Oniscus*, sur la peau ; des Cysticerques dans des kystes de la peau ; enfin, des Balanes.

II. Hyperoodon rostratum. 1. *Historique.* Les pêcheurs des Färoër et de l'Islande ont connu l'*Hypéroodon* longtemps avant les naturalistes. Ils le désignaient sous le nom de *Dögling.* Le plus anciennement signalé le fut en 1717. C'est Pontoppidan (1755) qui lui donna son nom spécifique; le terme *Hypéroodon* vient de Lacépède, qui croyait que l'animal avait des dents sur le palais. Depuis, le meilleur travail sur ce Cétacé est dû à Eschricht (1849).

2. *Synonymie. Delphinus diodon,* Hunter ; *Hyperoodon diodon*, Lacépède ; *Hyperoodon rostratum*, Chemnitz ; *Hyperoodon latifrons,* Gray. C'est le *Butzkopf* ou *Entenwall* des Allemands; le *Dögling,* des habitants des Färoër ; la *Bottlenose Whale* des Anglais ; l'*Andvhalar* ou *Andarnefia* des Islandais; l'*Anarnak* des Groënlandais.

3. *Caractères.* Après le Cachalot, l'*Hypéroodon* est la plus grande espèce de Ziphioïde. On le reconnait facilement à ses petites nageoires pectorales et à l'absence presque totale de dents aux deux mâchoires. En effet, les 2, ou quelquefois les 4 dents du bout du maxillaire inférieur ne percent que faiblement les gencives.

La tête osseuse a ceci de remarquable que les maxillaires supérieurs s'élèvent verticalement comme deux ailes qui convergent l'une vers l'autre sur la ligne médiane, et qui, chez les mâles, se touchent au milieu du rostre.

Les Hypéroodons ont deux sillons sous la gorge.

La couleur de la peau varie du noir au jaune pâle chez les jeunes, au jaune brun chez les adultes. Le rostre et le front deviennent blancs avec l'âge, et on voit aussi apparaître une bande blanche autour du cou.

La coloration est, comme dans les autres Cétacés, plus claire en dessous qu'en dessus.

La graisse renferme, de même que celle du Cachalot, une certaine quantité de spermaceti.

La colonne vertébrale n'a que quarante-cinq vertèbres : sept cervicales, neuf dorsales, dix lombaires et dix-neuf caudales. Les cervicales sont réunies comme dans les vraies Baleines.

On compte, dans la nageoire pectorale, une phalange au pouce, cinq à l'index, cinq au medius, quatre à l'annulaire, deux au petit doigt.

L'estomac est formé de sept poches qui se suivent.

L'Hypéroodon a au moins 6 pieds de long en venant au monde. L'adulte peut atteindre 30 pieds. Les mâles ne sont pas plus grands que les femelles.

4. *Mœurs*. L'Hypéroodon vit par petites bandes. Il est monogame et défiant. Le lard de ce Cétacé est purgatif.

5. *Distribution géographique*. L'Hypéroodon semble se tenir, pendant l'été, dans les mers arctiques, où il vit par troupes et en haute mer. En automne, il se rend au sud. On peut considérer les profondeurs de l'Atlantique septentrionale, de janvier à mars, comme station d'hiver des Hypéroodons.

C'est le seul genre de la famille des Ziphioïdes qui ait une espèce confinée dans l'hémisphère boréal.

6. *Pêche*. Depuis peu, on a reconnu que les Hypéroodons fournissent du blanc de baleine, et on leur fait aujourd'hui une chasse très active sur les côtes orientales du Groënland, comme sur les côtes d'Islande. En quelques années, cette nouvelle pêche a pris d'énormes proportions. Pendant une seule campagne, on en a pris jusqu'à quatre cent soixante-trois.

7. *Musées*. A l'époque où Cuvier écrivit ses *Recherches sur les ossemens fossiles,* il n'existait pas même un squelette d'Hypéroodon au Muséum de Paris. On en trouve maintenant dans la plupart des musées, notamment à Bruxelles.

8. *Dessins*. Il en existe beaucoup. Le plus ancien est de Thomas Pennant (1776). Un des meilleurs, encore actuellement, est celui de John Hunter (1787).

9. *Parasites et commensaux.* Ce sont : *Echinorhynchus turbinella, Ascaris simplex, Monostomum delphini,* des Nématodes voisins des Strongles, *Cyamus Thompsoni, Penella crassicornis* et *Conchoderma Cuvieri.*

III. Ziphius cavirostris. 1. *Historique.* On découvrit ce Cétacé en 1804, et c'est Cuvier qui lui donna son nom.

2. *Synonymie. Ziphius cavirostris,* Cuvier; *Delphinus Desmarestii,* Risso, 1826 ; *Delphinus Philippii,* Cocco, 1840; *Hyperoodon Daumetii,* Gray; *Hyperoodon Gervaisii,* Duvernoy; *Epiodon australe,* Burmeister; *Epiodon Noræ-Zelandiæ,* v. Haast; *Epiodon chatamiensis,* Hector; *Epiodon patachonicum,* Burmeister; *Ziphius indicus,* Van Beneden; *Petrorhynchus capensis,* Gray; *Hyperoodon semi-junctus,* Cope; *Ziphius Grebnitzkii,* Stejneger.

3. *Caractères.* La taille du *Ziphius cavirostris* est un peu inférieure à celle de l'Hypéroodon. Cet animal est surtout reconnaissable aux dents relativement assez grosses qui percent les gencives au bout du maxillaire inférieur. Ces dents sont en même nombre que chez l'Hypéroodon; mais, dans les Ziphius, elles sont beaucoup plus fortes.

La partie supérieure du corps du *Ziphius cavirostris* est d'un noir bleuâtre, la partie inférieure blanche. La première est marquée de nombreuses taches de forme ovale, qui la rendent semblable à une peau de léopard.

L'animal porte un sillon de chaque côté sous la gorge.

Les vertèbres sont au nombre de quarante-neuf : sept cervicales, dix dorsales, onze lombaires, vingt et une caudales. Les trois premières cervicales sont soudées entre elles.

4. *Mœurs.* Inconnues.

5. *Distribution géographique.* On a recueilli cet animal dans la Méditerranée, dans le golfe de Gascogne, aux îles Shetland, sur les côtes de Suède, pour l'hémisphère boréal. Au cap de Bonne-Espérance, sur les côtes de la République Argentine, de Patagonie, de la Nouvelle-Zélande, pour l'hémisphère austral.

6. *Musées.* Divers musées possèdent des squelettes ou des ossements isolés de *Ziphius cavirostris,* notamment Paris et Louvain.

7. *Dessins.* Risso, Cocco, Burmeister et von Haast ont publié des figures de ce Cétacé.

8. *Parasites et commensaux.* On ne connaît jusqu'à présent qu'un Cestode et un ver rond qui est peut-être un Échinorhynque.

IV. Micropteron Sowerbyi. 1. *Historique.* Découvert, au commencement du siècle, par Sowerby, qui lui donna le nom de *Physeter bidens*. C'est Blainville qui lui imposa sa désignation spécifique. Quant au terme *Micropteron*, il provient de A. Wagner.

2. *Synonymie.* Ce Ziphioïde n'a pas moins de vingt-deux noms différents. Nous ne les reproduirons pas ici.

3. *Caractères.* A l'état adulte, la mandibule ne porte qu'une seule dent au milieu de sa longueur, de chaque côté; celle-ci est aplatie et logée dans une profonde alvéole.

La longueur du mâle est de 15 à 16 pieds.

Comme dans tous les Ziphioïdes, la nageoire pectorale est fort petite.

4. *Mœurs.* A peu près inconnues.

5. *Distribution géographique.* On a recueilli le *Micropteron Sowerbyi* sur les côtes d'Irlande, de Belgique, de France, de Scandinavie, des États-Unis, etc.

6. *Musées.* Relativement peu de musées possèdent un squelette de cet animal. Bruxelles a celui d'une femelle.

7. *Dessins.* On en a plusieurs, notamment un qui a été publié par Dumortier.

8. *Parasites et commensaux.* L'animal échoué sur la plage de Sainte-Adresse, en 1825, logeait, sous la peau dans l'épaisseur de la graisse, de nombreux kystes. Ceux-ci renfermaient, selon M. P. J. Van Beneden, des scolex de *Phyllobothrium.*

V. Diplodon europæus. 1. *Historique.* Connu par un seul individu et décrit par Paul Gervais, qui lui donna ce nom.

2. *Synonymie.* Ce seul spécimen a déjà été désigné sous 4 vocables différents.

3. *Caractères.* Il a la taille de l'espèce précédente, dont il diffère par la dent, qui est placée près de l'extrémité antérieure de la mandibule, au lieu d'être située vers le milieu de sa longueur.

On ne connaît que la tête et les dents.

4. *Parasite.* On a trouvé un *Conchoderma Cuvieri* attaché à la dent de gauche.

Gigantichthys (1). — C'est le nom donné à un poisson fossile, de la famille des *Trichiuridæ,* découvert, par M. le professeur Schweinfurth, dans des dépôts crétacés de l'Égypte, à dix

(1) *American Naturalist*, 1888, p. 525.

kilomètres environ des pyramides de Gizeh. Il a été décrit par M. le professeur W. Dames, de Berlin.

Dinotherium (1). — Selon le Dr O. Roger, *Dinotherium bavaricum*, contemporain d'*Anchitherium*, est une petite forme ancestrale, de laquelle s'est développé *Dinotherium giganteum*, contemporain d'*Hipparion*.

L. Dollo.

(1) O. Roger. *Ueber Dinotherium bavaricum*. Palæontographica, vol. XXXII.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CVII, octobre, novembre, décembre 1888.

N° 14. **Marey** : Deux forces agissent dans le vol de l'oiseau, l'une égale au poids de l'oiseau et destinée à le soutenir contre la pesanteur, l'autre horizontale et le propulsant malgré la résistance de l'air. Cette seconde force est beaucoup plus grande que l'autre, du moins au moment de l'essor ; elle peut dépasser le double de la première. **Govi** : Dès 1610, Galilée a fait servir la lunette de Lippersheim (à oculaire divergent et à objectif convergent) comme microscope; Drebbel, dès 1621, en a inventé un meilleur (à oculaire et objectif convergents, comme dans la lunette de Kepler). L'emploi des lentilles pour corriger les défauts de la vue a été indiqué par Roger Bacon en 1276; les lunettes proprement dites ont été inventées entre 1280 et 1300 par Salvino degli Armati, de Florence; en 1644, Torricelli construisit les premières loupes simples à fort pouvoir grossissant. **G. Carlet** : Les Reptiles et les Batraciens tétrapodes ainsi que les Insectes privés d'une paire de pattes ont une marche différente de celle des mammifères quadrupèdes. **Ph. Thomas, P. Fliche, Bleicher**: Les célèbres forêts pétrifiées des environs du Caire, des déserts de Lybie et de Nubie ont leurs analogues, en Tunisie et en Algérie, dans des formations pliocènes à bois silicifiés. Probablement, la flore qui a fourni les éléments de ces dépôts remarquables s'étendait tout le long du bord septentrional du grand désert de l'Afrique du Nord, et les roches de cette formation ont une même composition sur cette vaste étendue.

N° 15. **Ricco** : L'image réfléchie du soleil à l'horizon marin a une forme quasi-elliptique qui est une preuve, ou au moins un indice de la rondeur de la terre (n° 16. **Wolf** calcule la déformation de l'image). **E. Picard** : La transformation de Laplace relative aux équations linéaires à une seule variable s'étend aisément aux équations linéaires aux dérivées partielles. **E. Louïse** et **L. Roux** : L'étude des densités de vapeurs des composés organiques de l'aluminium prouve que ces corps n'ont pas AlX_3 pour formule.

N° 16. **G. Govi** : La couleur propre d'un corps est celle qui résulte des radiations diffusées ou transmises en plus grande quantité par ce corps. La couleur propre d'un corps n'est pas toujours révélée par la lumière solaire, ni même par celle d'un solide incandescent, mais par celle d'un spectre continu complet, sans raies ni bandes d'absorption. Ainsi, le minium a pour couleur propre le jaune de la raie D caractéristique du sodium. **Ch. André** parvient à éviter le ligament lumineux observé lors des passages et occultations des satellites de Jupiter, par l'interposition, contre l'objectif de la lunette, d'un écran formé d'une toile métallique serrée qui laisse passer les deux tiers de la lumière qu'elle reçoit. **T.-J. Stieltjes** met l'intégrale de l'équation différentielle elliptique sous une forme qui permet de trouver immédiatement la condition pour que le premier membre de cette intégrale soit un carré parfait. (Voir aussi n° 17.) **A. Charrin** et **A. Ruffier** : Dans la maladie pyocyanique, les substances chimiques fabriquées dans les milieux de culture artificiels sont capables de traverser le corps du lapin et de s'éliminer par les urines, en conservant leurs propriétés vaccinantes.

N° 17. **G.-B. Guccia** détermine, autrement que Halphen et Cayley, le nombre des points d'intersection de deux courbes algébriques en un point singulier. (Voir aussi n° 23.) **A. Magnin** (aussi n° 22) : Le *Lychnis dioica* femelle atteint d'*Ustilago antherarum* peut acquérir des étamines.

N° 18. **J. Bertrand** vient de publier un ouvrage intitulé : *Calcul des probabilités*, dont maints extraits ont paru dans les Comptes rendus. **Janssen** a pu étudier le spectre tellurique, dans des conditions particulièrement favorables, à la station des *Grands-Mulets*, sur le mont Blanc, à une altitude de 3000 mètres, le 15 octobre dernier. Il résulte de ses observations que l'oxygène n'existe pas dans l'atmosphère solaire à un état où il produirait les manifestations spectrales qu'il nous donne dans l'atmosphère terrestre. **A. de Tillo** : Il n'est pas certain que

l'on doive admettre comme probable, avec M. Goulier (n° 8), un affaissement du sol de la France entre Lille et Marseille (**Goulier** fait observer, n° 21, qu'il a seulement indiqué comme plausible l'hypothèse d'un affaissement). **H. Yvert** (et, avant lui, **T. Blanchon**, n° 21) a réussi assez bien en employant le bichlorure de mercure comme moyen thérapeutique et prophylactique contre le choléra asiatique. **Ch. André** : Il semble qu'il existe, en général, dans l'atmosphère, un mouvement descendant la nuit, ascendant le jour.

N° 19. **Fizeau** a imaginé une mire lointaine pour ainsi dire parfaite, en lançant sur l'objectif d'un collimateur à réflexion deux faisceaux de lumière partant de deux lunettes placées symétriquement à droite et à gauche d'une lunette méridienne; à leur sortie du collimateur, ces faisceaux s'épanouissent par diffraction dans tous les sens; les rayons diffractés suivant la bissectrice de leurs directions sont recueillis par la lunette méridienne et forment l'image de la mire. **Lacaze-Duthiers**: Dans les laboratoires de zoologie marine, la lumière électrique permet d'étudier les animaux transparents beaucoup mieux que la lumière naturelle. **Ph. Gilbert** fait connaître un groupement et une construction géométrique simples des accélérations dans le mouvement d'un solide autour d'un point fixe. (Voir aussi n°s 21 et 24.) **A. Giard** : L'apparition des étamines dans le *Lychnis dioica* infesté par l'*Ustilago antherarum*, signalée par M. Magnin, est un phénomène partiellement connu, se rattachant à ceux qui ont été signalés chez divers animaux, sous le nom de castration parasitaire.

N° 20. **E. Porion** et **P.-P. Dehérain** : Le blé à épi carré, qui offre une grande résistance à la verse, permet l'emploi de fortes fumures et donne, dans la France moyenne et surtout dans la France septentrionale, des rendements très grands. **Du Chatelier** a trouvé, à marée basse, dans l'anse de Corn-Guernic, des arbres couchés tous du sud-est au nord-ouest, dans les tourbières de cette anse; ce qui prouve un affaissement du littoral du Finistère. A Kerity, on trouve d'ailleurs, sous eau, à 800 mètres de la grève, des restes d'une villa romaine.

N° 21. **Berthelot** vient d'achever, avec l'helléniste Ruelle, la publication du texte et de la traduction de la *Collection des anciens Alchimistes grecs*. La cinquième partie, dont plusieurs fragments remontent à l'antiquité, est la plus intéressante, parce qu'elle contient non des rêveries et des imaginations mystiques, mais des procédés positifs et des résultats définis. On y trouve les traités techniques sur l'orfèvrerie, la trempe et la teinture des

métaux (bronze et fer), le moulage du bronze, la dorure du fer, la fabrication des feuilles d'or, la coloration des pierres précieuses artificielles, le traitement des perles, la préparation de la lessive de cendres, celle de la bière, du savon, etc. **F. Tisserand** explique les changements notables signalés par M. Marth dans la position de l'orbite du satellite de Neptune, au moyen de l'hypothèse d'un aplatissement assez faible de la surface de la planète. **Bouquet de la Grye** : Le niveau moyen de la mer, à peu près invariable à Brest, diminue de hauteur de Brest au Havre, où l'affaissement annuel de la côte est d'environ deux millimètres. **Bujwid**, à Varsovie, a appliqué le traitement intensif de la rage, dû à Pasteur, à 370 personnes mordues gravement par des chiens certainement enragés et les a toutes guéries (n° 22. **Pasteur** : A Rio-de-Janeiro, on a réussi aussi pour les 68 personnes mordues qui ont suivi le traitement complet). **A. de Grossouvre** : D'après la théorie de Laplace sur la forme d'équilibre d'un fluide animé d'un mouvement de rotation, les figures successives de la Terre ont été des ellipsoïdes de révolution dont l'aplatissement a été sans cesse en diminuant; le diamètre de l'équateur a donc diminué plus rapidement que l'axe des pôles; les grandes déformations du globe se sont produites de plus en plus vers le sud; par suite, comme l'observation l'a constaté, les zones plissées ont rencontré un massif résistant vers le nord, et, au nord des lignes qui limitent les régions atteintes par les grandes dislocations, les terrains ont été moins dérangés qu'au sud. **N. Lockyer**: Le spectre actuel de *Mira Ceti* ressemble à celui des comètes de Encke et de Wells; peut-être cette étoile variable est-elle composée d'un essaim de météorites, comme les comètes. **St. Meunier** : Les étoiles filantes et les bolides à météorites doivent être soigneusement distingués; les unes sont silencieuses et périodiques, les autres bruyants et non périodiques; il n'y a pour ainsi dire jamais concomitance entre les étoiles filantes et les météorites. La composition extrêmement complexe des météorites exclut d'ailleurs leur origine cométaire.

N° 22. **Duclaux** est élu membre de l'Académie. **Darin** a appliqué avec succès l'électrolyse au traitement des tumeurs (carcinome, squirre, etc.).

N° 23. **Tisserand** vient de publier le tome premier d'un *Traité de mécanique céleste* contenant la théorie générale des perturbations par la méthode de la variation des constantes arbitraires, et un résumé de certains travaux de Lagrange, Cauchy, Bessel et Hansen qui, tout en ne présentant pas avec le sujet principal

une connexion nécessaire, ne sont pas moins importants dans un grand nombre de questions. **Poincaré** : La mécanique céleste prouve qu'il est impossible qu'une petite planète puisse devenir un satellite permanent de Mars comme l'a supposé M. Dubois. **A. Muntz** et **V. Marcano** ont trouvé que l'eau noire ou brunâtre, mais limpide et saine, de certains affluents de l'Orénoque et du fleuve des Amazones, contient une matière organique acide qui permet d'expliquer ses propriétés. **E.-A. Martel** explique la formation des cañons des Causses dans le midi de la France, en étudiant le lit (souterrain) relativement récent du ruisseau le Bonheur. Celui-ci a pénétré sous le sol par des cassures préexistantes; il y forme peu à peu des cavernes, des salles, à piliers sans cesse décroissant d'épaisseur à leur base, où ils sont rongés par les eaux. Ces piliers céderont un jour sous le poids des voûtes qu'ils supportent; alors l'écoulement cessera d'être souterrain et le cañon, commencé par cavernement, s'achèvera par érosion aérienne.

N° 24. **L. Raffy** détermine les cubiques unicursales dont l'arc peut s'exprimer au moyen des fonctions élémentaires, des fonctions elliptiques ou des fonctions hyperelliptiques.

N° 25. **Ranvier** : Les muscles de la vie animale à contraction brusque et à contraction lente chez le lièvre, quoique d'aspect identique, ont une composition histologique différente. **Zédé** est parvenu à construire un bateau sous-marin stable et dirigeable. **L. Crié** : Les flores jurassiques et triasiques de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande ont de grandes affinités ; à l'époque jurassique, l'Australie devait être unie à l'Inde et à la Nouvelle-Zélande. **A. de Grossouvre.** D'après la théorie du refroidissement progressif d'un ellipsoïde de révolution, les chaînes de montagnes doivent avoir en gros la direction ouest-est, avec des chaînes perpendiculaires vers le sud plutôt que vers le nord. **B. Renault** et **R. Zeiller.** Les fossiles de Commentry appelés *Fayola* et *Palæoxyris* ne sont pas des végétaux, mais vraisemblablement des œufs de poissons. **M Hardy** a découvert une sépulture de l'époque quaternaire à Raymouden, commune de Chancelade (Dordogne), contenant un squelette de vieillard ayant les caractères de la race de Cro-Magnon (crâne dolichocéphale très développé, musculature puissante). **P. Girod** et **E. Massénat** ont trouvé dans une station magdalénienne de la Vézère une sculpture en bois de renne, d'un caractère tout à fait exceptionnel.

N° 26. Parmi les savants qui ont obtenu des prix décernés par l'Académie des sciences dans sa séance publique du 24 décem-

bre, nous citerons les suivants : 1° **Em. Picard**, pour ses recherches sur les surfaces algébriques et les intégrales correspondantes ; 2° **S. de Kowalewsky** (une descendante de Mathias Corvin), pour avoir traité complètement un cas nouveau du mouvement d'un corps pesant fixé par un de ses points ; 3° **A. Waller**, pour ses recherches sur la détermination de la force électro-motrice du cœur, chez l'homme et les mammifères. Pendant la diastole et le repos du cœur, cet organe et le corps entier ne montrent aucune variation électrique, négative ou positive. Lorsque la systole cardiaque a lieu, la contraction commençant à la pointe du cœur, on y trouve une variation négative, tandis qu'il y a à la base des ventricules une variation positive. Simultanément, on voit apparaître une variation négative dans le membre inférieur droit, dans les deux membres gauches, dans le tronc, depuis sa partie inférieure jusqu'aux côtes à droite et jusqu'à l'épaule à gauche, tandis qu'une variation positive se montre dans le reste du corps. L'inverse a lieu dans le cœur et le corps entier, quand la contraction systolique a gagné la moitié supérieure des ventricules. Les parties négatives deviennent alors positives et *vice versa*. Quand la diastole arrive, l'équilibre se rétablit partout (cœur et corps) jusqu'à ce qu'une nouvelle systole commence. 4° **L. Frédéricq**, professeur à l'université de Liège, pour ses expériences sur la physiologie du cœur. 5° Le P. **Roblet**, S.J., pour sa grande carte des provinces d'Imérina et des Betsileo, dans l'île de Madagascar.

N° 27. **Schützenberger** est élu membre en remplacement de Debray. **A. de Tillo** : La hauteur moyenne des continents est 713 mètres dans l'hémisphère nord ; 634 dans l'hémisphère sud; 693 pour le globe entier ; la profondeur moyenne des mers est 3627 m. dans l'hémisphère nord, 3927 dans l'hémisphère sud, 3803 pour le globe entier. **W. Loewenthal** espère avoir trouvé dans le salol (salicylate de phénol) un remède spécifique, préventif et curatif, contre le choléra de l'homme, parce que cet antiseptique est décomposé dans l'organisme par le suc pancréatique et tue les bacilles du choléra, rendus toxiques par le suc pancréatique même. **P. B. Bassano** atténue le virus tétanique par le passage sur le cobaye. **Forsyth Major** a trouvé à Samos des fossiles extrêmement remarquables, contemporains de la faune de Pikermi, et contenant des espèces nouvelles (édentés, girafe).

P. M.

Brux. Imp. Polleunis, Ceuterick & De Smet.

LE R. P. CARBONNELLE

Le R. P. Carbonnelle a terminé sa carrière le 4 mars 1889. Cette mort inattendue frappe la Société scientifique de Bruxelles dans ses affections les plus chères. Notre éminent Secrétaire était l'âme de notre œuvre : il l'avait fondée et depuis quatorze années elle se personnifiait en lui. Il nous avait entraînés par son talent et son ardeur ; et voici qu'il nous est enlevé au moment où il était encore si nécessaire à la cause qu'il servait.

Un des plus anciens amis du R. P. Carbonnelle, M. le professeur Gilbert, a bien voulu promettre sa biographie complète pour la *Revue des questions scientifiques*. Mais le Conseil de la Société a pensé que la première publication qui paraît après la mort de notre vénéré Secrétaire ne pouvait s'ouvrir sans qu'on y trouvât l'hommage de notre respectueuse affection, de notre profonde reconnaissance, de nos plus vifs regrets.

Le R. P. Carbonnelle était né à Tournai le 2 février 1829 et, dès ses premières études, au collège Notre-Dame de cette ville, il avait donné les marques d'une intelligence d'élite. Il vint à Paris en 1853 pour compléter son éducation scientifique en suivant les cours de mathématiques supérieures, et la même année il était reçu Docteur par le jury d'État siégeant à Gand. On nous a raconté que l'un de nos savants les plus illustres, frappé de l'intelligence de son disciple et sachant qu'il pensait à la carrière ecclésiastique, lui dit un jour de prendre garde avant de s'engager par des vœux éternels. Mais déjà le jeune étudiant belge appartenait à l'ordre des jésuites. Il avait mis irrévocablement sa vie tout entière, sans aucune hésitation et sans aucune réserve, au service de sa foi chrétienne. Toutefois, il savait qu'il n'aurait point à faire le sacrifice de sa passion pour la science. Les jésuites tirent parti de toutes les facultés des hommes qui se consacrent à l'apostolat chrétien : ils tiennent à honneur de respecter et de développer les vocations scientifiques. De nos jours, le R. P. Secchi a été maintenu à la tête de l'Observatoire du Collège Romain par le gouvernement italien ; le R. P. Perry a été mis par le gouvernement protestant de l'Angleterre à la tête d'une expédition astronomique. On ne se figurera jamais assez quelle force de pareils hommes donnent au Corps auquel ils appartiennent, combien leur nom fait respecter partout les doctrines religieuses dont ils sont les représentants.

La première partie de la carrière du R. P. Carbonnelle fut absorbée par des occupations très multiples dont la variété même fut sa meilleure préparation à l'œuvre principale de sa vie. Il consacra plusieurs années à l'étude approfondie de la théologie, et soutint publiquement ses thèses à Louvain en 1858. En 1857, il avait été ordonné

prêtre. On le voit successivement de 1859 à 1871 : professeur de rhétorique au collège de Tournai ; professeur au collège de Calcutta où il est en même temps fondateur et rédacteur d'un journal hebdomadaire publié en *anglais;* professeur d"astronomie au collège de Louvain ; attaché à Paris à la rédaction des *Études religieuses.* En 1871, il revenait se fixer en Belgique, ayant ainsi vécu dans les milieux les plus différents, connaissant bien les grands courants d'opinion qui se partagent aujourd'hui l'humanité, ayant gardé dans chaque pays d'utiles relations. Sans cesse au travail, il avait su réserver du temps pour ne rien perdre de sa première éducation scientifique : il avait suivi ce mouvement incessant de recherches qui chaque jour viennent accroître l'édifice des connaissances humaines. Peu d'hommes ont eu une érudition aussi variée et aussi profonde.

C'est alors dans la maturité de son esprit, dans la pleine activité de sa vie, que le R. P. Carbonnelle conçut le plan de la Société scientifique de Bruxelles. On sait que ses fondateurs lui ont donné pour devise ces paroles du dernier concile général : « Jamais il ne peut y avoir de » véritable dissentiment entre la foi et la raison. »

Aujourd'hui, dans tous les pays, à tous les étages de la société, des sectaires vont partout répétant que la science est incompatible avec les dogmes traditionnels du christianisme. Dans ces assertions bruyantes et dangereuses, il y a souvent de la mauvaise foi, souvent aussi de l'ignorance et des malentendus. Les points de contact entre les doctrines religieuses et les doctrines scientifiques sont infiniment moins fréquents qu'on ne le croit quelquefois, et une grande liberté d'opinions subsiste sous l'autorité des dogmes chrétiens. Mais le prestige du progrès et de la science est aujourd'hui une force si puissante qu'il ne faut

à aucun prix le laisser occuper par les sectaires du matérialisme.

Grouper entre eux les hommes sincèrement chrétiens qui s'intéressent et s'adonnent à la science; travailler à ses progrès et mettre en lumière à la fois la vérité scientifique et la vérité religieuse; en même temps présenter un tableau toujours au courant des découvertes qui se succèdent autour de nous. Telle était l'œuvre dont le R. P. Carbonnelle avait l'idée : il en a fait une réalité.

Pour aboutir à ce résultat, il fallait à la fois un homme de science et un homme de foi : le R. P. Carbonnelle était l'un et l'autre. Les mathématiques formaient sa spécialité, mais il n'était étranger à aucune des sciences physiques et naturelles. Ses confrères de la Compagnie de Jésus lui fournirent dans tous les ordres des connaissances humaines d'excellents collaborateurs. Il trouva d'ailleurs bien vite de puissants appuis parmi ses compatriotes de Belgique et spécialement à l'Université de Louvain. Les autres pays, la France surtout, ne restèrent point étrangers à ce mouvement. En 1875, la Société scientifique de Bruxelles était fondée. En quatorze ans, elle est arrivée à avoir près de six cents membres de toute nationalité, parmi lesquels les savants les plus éminents de la Belgique et neuf membres de l'Institut de France. N. S. P. le Pape Léon XIII a daigné honorer la Société des plus précieux encouragements.

Dès le 1er janvier 1877, le R. P. Carbonnelle fit paraître régulièrement nos deux publications périodiques : les *Annales*, consacrées aux mémoires originaux; la *Revue des questions scientifiques*, destinée surtout à la vulgarisation. Ces publications pénètrent aujourd'hui partout : elles sont même lues par des hommes dont les doctrines philosophiques sont en désaccord avec les nôtres. C'est qu'elles

sont inspirées par un sincère amour de la science, et que la véritable science est partout la même : c'est que beaucoup de nos collègues ont contribué personnellement à ses progrès : ce sont les meilleurs moyens de rapprocher entre eux tous les hommes instruits qui sont en même temps des hommes de bonne volonté, des amis sincères de toute vérité.

Malheureusement le R. P. Carbonnelle a usé ses forces dans une si vaste entreprise. Tout pesait sur lui, l'administration aussi bien que la direction scientifique. Ce travail excessif a dû prédisposer le R. P. Carbonnelle à la congestion qui l'a emporté en quelques jours. Il s'est vu mourir, mais l'idée de la fin de sa vie terrestre ne lui causait aucun effroi. Quelque temps auparavant, il se demandait avec un de ses confrères comment on peut se mettre en relations avec un mourant chez qui la faculté des mouvements volontaires a presque disparu ; il recommandait de se faire comprendre par un serrement de main. C'est grâce à ce moyen que jusqu'au dernier moment il a pu donner des marques de son intelligence et rester en communication de pensées avec les Pères du collège Saint-Michel qui l'entouraient. Il est mort en pleine sérénité d'âme, fortifié par la certitude absolue des grandes espérances chrétiennes, plein de confiance dans la bonté infinie de son Créateur, de son Rédempteur qui le rappelait à lui.

Plusieurs des membres et des correspondants de la Société scientifique de Bruxelles n'ont pas connu le R. P. Carbonnelle.

Il avait quelque chose des allures d'un aumônier militaire : il était grand, fort, presque athlétique, plein de cordialité et de franchise, d'une énergie extraordinaire. On reconnaissait bien vite en lui un esprit très large et

très élevé. Il ne perdait jamais de vue l'intérêt supérieur des âmes, mais il connaissait admirablement les besoins de son siècle. Sa conversation était très attachante et très variée, tant il avait vu d'hommes et de choses. Mathématicien dans l'âme, il en avait la netteté et la précision. Il aimait la jeunesse et fondait sur elle de grandes espérances; je le vois encore me racontant quel plaisir il avait eu à Paris dans un dîner intime que lui avaient offert quelques-uns de ses jeunes amis français, ingénieurs et officiers sortis de l'École Polytechnique; il s'y était trouvé comme rajeuni d'un tiers de siècle.

La gloire humaine était la moindre des préoccupations du R. P. Carbonnelle. Mais, quoique absorbé par son apostolat à la fois religieux et scientifique, il a su montrer par des travaux originaux quelle était sa haute valeur. Il avait, encore bien jeune, publié une théorie géométrique du parallélogramme de Watt qui a gardé son nom dans plusieurs traités de mécanique. Plusieurs mémoires de mathématiques supérieures ont été donnés par lui aux *Bulletins de l'Académie de Belgique* et aux *Annales* de notre Société. La mort l'a surpris mettant la dernière main à un traité de géométrie auquel il attachait beaucoup d'importance et où se trouve évité l'emploi du *postulatum* d'Euclide. Ses travaux de philosophie scientifique ont été publiés dans la *Revue* de notre Société : il faut signaler surtout les articles sur l'*Aveuglement scientifique*, réédités depuis en deux volumes ayant pour titre les *Confins de la science et de la philosophie*. Cet ouvrage est la production la plus importante du R. P. Carbonnelle; on le lira toujours avec intérêt et profit; les questions les plus élevées de la science et de la philosophie y sont discutées de main de maître, avec la double autorité du savant et du philosophe chrétien.

Du reste, l'activité du R. P. Carbonnelle s'exerçait sur toute sorte de sujets : quand il voulait qu'une question fût traitée dans la *Revue* et qu'aucun auteur ne se présentait, il s'en chargeait lui-même : ainsi sa dernière publication a été une étude sur les *Météorites et les Étoiles filantes* qui témoigne d'une érudition et d'un travail personnel considérables.

C'est avec une profonde douleur que la Société scientifique de Bruxelles voit disparaître l'homme éminent qui était son principal fondateur et à qui elle doit tout ce qu'elle est aujourd'hui. Mais la vie communiquée à notre Société par le R. P. Carbonnelle n'est pas de celles qui doivent s'éteindre avec un homme. Son œuvre répond à un besoin pressant de notre siècle qui sera toujours vivement ressenti par tous les chrétiens intelligents et instruits. Les entreprises humaines appuyées sur la foi religieuse sont tout autrement durables que celles qui ont pour base soit un intérêt personnel, soit une simple curiosité spéculative. Après avoir prié ensemble pour notre cher défunt, notre devoir à tous est de nous resserrer les uns contre les autres. Il dépend de chacun de nous de faire connaître davantage la Société scientifique de Bruxelles, de lui attirer de nouveaux membres, de faire vivre ses publications par de nouveaux travaux. Ces efforts sont nécessaires : ils ne feront point défaut à l'œuvre commune à laquelle le R. P. Carbonnelle nous appelait avec tant d'ardeur. Qu'il nous soit permis, en terminant, de lui donner la parole une dernière fois pour recevoir de lui un dernier enseignement.

« Nous devons, disait-il, nous devons défendre la
» vérité religieuse en tout temps et sur tous les points où

» on l'attaque ; et puisque ses ennemis sont intéressés à la
» combattre aujourd'hui sur le terrain scientifique, c'est
» là que nous devons aujourd'hui l'affirmer et la soutenir.
» Nous le devons au nom de cet amour profond qui nous
» attache à la foi chrétienne, à la religion révélée, car
» cette religion repose sur la philosophie spiritualiste et
» religieuse que l'on essaie de renverser... Nous le devons
» pour l'honneur de la science, car on la déshonore
» quand on la met au service de l'orgueil et de toutes les
» passions révoltées, quand on la fait mentir aux igno-
» rants, fausser leur conscience, étouffer en eux les con-
» victions qui les élèvent et montrer à l'espoir du vice
» l'asile horrible du néant. »

GEORGES LEMOINE,

président de la Société scientifique de Bruxelles
pour l'année 1888-1889.

Paris, 31 mars 1889.

LE PROBLÈME ANTHROPOLOGIQUE

ET LES THÉORIES ÉVOLUTIONNISTES (1)

Dans les luttes scientifiques et doctrinales de notre temps, deux problèmes dominent tout : le problème étiologique — origine et formation de l'univers ; le problème anthropologique — nature de l'homme et sa place dans la série des êtres vivants.

Dans la discussion du problème étiologique, la métaphysique tient une grande place. Dans la discussion du problème anthropologique, la méthode se rapproche bien davantage des procédés les plus en vogue dans les sciences naturelles ; le matérialisme dit scientifique est combattu avec ses propres armes, sur son propre terrain (2).

(1) Communication faite au Congrès scientifique international des catholiques.

(2) " Les tenants du rationalisme et du naturalisme, vaincus par les arguments de la métaphysique, ont changé de terrain et de tactique : du domaine de la raison ils ont préféré descendre sur le théâtre des choses sensibles. „ (Bref de Léon XIII à Mgr d'Hulst et aux organisateurs du Congrès.) Contrairement à la chevaleresque devise : *plutôt à mont qu'à val,* et puisque l'incrédulité contemporaine habite obstinément les basses terres, l'apologiste qui veut, à cette heure, se faire tout à tous, doit se résigner à dire : *plutôt à val qu'à mont.*

Le problème anthropologique est d'ailleurs le problème le plus vivement, le plus universellement agité à l'heure présente. Une vaste école de savants fort accrédités, suivis de nombreux et ardents disciples, semble n'avoir qu'un but : effacer les caractères irréductibles qui font de l'âme humaine une création spéciale de Dieu dans la nature, montrer l'homme comme le dernier terme d'une évolution continue.

L'évolution « universelle », telle qu'elle est acceptée et professée par le positivisme, comprend : l'évolution cosmique — des corps inorganiques ; l'évolution biologique — des êtres vivants.

L'évolution cosmique est une hypothèse diversement interprétée de Descartes à Laplace et de Laplace à M. Faye, dont la formule définitive est loin d'être déterminée, mais qui n'en est pas moins une hypothèse très probable. Elle n'offre rien de contraire à la doctrine spiritualiste et chrétienne.

Le passage de l'inorganique à l'organique, de la nature brute à la matière animée, soulève un problème scientifiquement insoluble : l'origine de la vie. C'est là un premier hiatus, un premier démenti à l'axiome prétendu sur lequel le monisme s'appuie pour nier « l'abîme » qui sépare l'homme de la bête : « Il n'y a jamais de transition brusque dans la nature ». (Ch. Richet, *Psychologie générale*, p. VIII.) De la molécule morte à la molécule vivante il y a un abîme.

L'évolution biologique présente à son point de départ une bifurcation essentielle : évolution végétale, évolution animale. Certains phénomènes longtemps regardés comme propres au règne animal, tels que l'irritabilité, le mouvement spontané vers un but, etc., paraissent, dans divers cas, communs aux deux règnes.

Une différence de nature plus caractéristique est celle-ci : le végétal se nourrit de matières minérales ; l'animal se nourrit de matières déjà élaborées par le végétal. C'est

là une distinction basée sur des *fonctions d'organes;* elle peut servir à montrer qu'il n'est pas anti-scientifique, comme on l'a prétendu, d'établir le règne humain sur le fait de la pensée propre à l'homme, et sur ses facultés mentales.

Une autre distinction que l'observation ne peut atteindre, mais en réalité plus profonde, c'est l'*idée créatrice* (Claude Bernard), qui imprime aux cellules embryonnaires, quelle que soit d'ailleurs leur apparente « identité », des directions originelles divergentes. Ce point est capital pour la discussion des arguments empruntés à l'embryologie par les théoriciens de la descendance animale de l'homme.

L'évolution animale est la seule qui doive nous occuper ici, la seule qui intéresse le problème anthropologique soulevé par le monisme contemporain (1). Si elle s'arrête à l'homme (première conception de Darwin — théorie de Lamarck qui excepte « ce que l'homme peut tenir d'une source supérieure »), elle est une hypothèse scientifique selon les uns, extra-scientifique selon les autres, combattue par des objections très graves non encore résolues, jouissant néanmoins d'une faveur croissante auprès du grand nombre. En cette matière, la liberté des recherches et des opinions est complète ; nul n'a le droit d'engager la foi dans la question du transformisme ainsi posée.

Si le système évolutionniste prétend confondre l'homme, corps et âme, dans la série animale, non seulement il est incompatible avec la doctrine spiritualiste et chrétienne, mais il est encore en contradiction avec les faits rigoureusement constatés, avec la science positive, avec les certitudes métaphysiques, lesquelles, quoi qu'on en dise, portent dans leurs entrailles toutes les certitudes.

(1) Un homme d'esprit a dit : Ce que les médecins ont trouvé de mieux pour guérir le rhume de cerveau, c'est de l'appeler coryza. On pourrait dire beaucoup plus justement : ce que certains savants ont trouvé de mieux pour réhabiliter le matérialisme, c'est de l'appeler monisme.

L'homme n'est pas, ne peut pas être le dernier terme d'une évolution continue ; il est essentiellement distinct des autres animaux par ses facultés mentales : la raison et la liberté. Je n'ai nullement l'intention de reproduire ici une démonstration tant de fois développée, jamais réfutée (1). Je me propose uniquement d'examiner, au point de vue de la critique et de la science positives, les travaux les plus récents, les derniers efforts tentés au nom de la physiologie, de la psychologie expérimentale et comparée, pour expliquer « la genèse de la pensée », la genèse de la raison, de la liberté morale, c'est-à-dire la genèse de l'âme humaine, en dehors de toute cause extérieure et supérieure, « au moyen d'antécédents purement matériels » élaborés par le milieu, par la sélection, par l'expérience ; transmis par l'hérédité, etc. ; avec l'aide de l'indispensable et tout-puissant facteur, le temps.

Le transformisme moniste ainsi formulé, c'est-à-dire l'évolution biologique appliquée à l'homme, a été analysé, décomposé en ses divers éléments : évolutions partielles et spéciales, sortes de monographies évolutionnistes de valeur inégale. Nous prendrons pour thème principal de notre étude synthétique la série des conférences transformistes annuelles de la Société d'anthropologie de Paris, en y joignant quelques publications analogues et d'une importance spéciale sur cette matière :

Évolution anatomique et physiologique. — Conférence de M. Mathias Duval. Leçons inaugurales de M. Beaunis, à Nancy *(L'évolution du système nerveux)*; de M. Testut, à Lyon. Conférence de M. Bordier *(Les microbes et le transformisme)*.

Évolution du langage. — Conférence de M. Hovelacque.

Évolution de la morale. — Conférence de M. Letourneau ; Évolution de la famille et du mariage, du

(1) Dans l'*Apologie scientifique de la foi spiritualiste et chrétienne*, ch. xvii et xviii, j'ai longuement insisté sur cette thèse capitale.

même ; *Histoire naturelle des croyances*, par Van Ende, etc.

Évolution mentale. — Conférence de Mme Cl. Royer ; *La psychologie générale*, par M. Ch. Richet ; *L'intelligence des animaux*, par Romanes ; *L'évolution mentale*, par M. Edm. Perrier.

On comprend que, dans cette revue forcément rapide d'un aussi vaste sujet, tout développement me soit interdit; je m'efforcerai d'indiquer avec le plus de clarté possible les idées essentielles et les principes de la solution.

Évolution anatomique et physiologique. — Il y a plus de vingt ans, en réponse à une question proposée par Broca à la Société d'anthropologie, Pruner-Bey dressait, d'après R. Owen, Vrölick et Schrœder, van der Kolk, I. Geoffroy Saint-Hilaire, Martins, Duvernoy, Huxley, Gratiolet, Alix..., « un tableau comparatif des appareils végétatifs, sensitifs et de locomotion chez l'homme et chez les singes anthropoïdes ». Ses conclusions rigoureusement scientifiques sont en contradiction évidente avec les théories de l'évolution positiviste.

L'anatomie, la physiologie, l'embryologie, la paléontologie ont fourni depuis lors bien des éléments nouveaux de discussion, les conséquences logiques ne sont pas changées. Les recherches, les découvertes de ce genre, si merveilleuses qu'elles soient, ne sauraient atteindre l'âme humaine, déterminer la vraie place de l'homme dans la nature; sa supériorité réelle, essentiellement caractéristique n'est pas là.

Que peut faire, en effet, à la question de l'âme l'intéressante conférence de M. Mathias Duval sur « l'évolution de l'œil » dans la série animale ?

Certaines conclusions matérialistes, formulées en passant, ne découlent en aucune façon de ces savantes prémisses. Que la thèse générale du transformisme y soit

intéressée, je le veux bien (1), mais le problème anthropologique n'est pas même effleuré. Les exemples de ce défaut de liaison entre les faits et les conséquences qu'on en tire ne sont pas rares.

M. Beaunis ouvre son cours de physiologie (Nancy) par une étude très érudite sur « l'évolution nerveuse ». Il montre dans les plus curieux détails la complexité croissante de fonctionnement correspondant à la complexité croissante d'organisation, et il prétend expliquer ainsi « le passage de la goutte microscopique de protoplasme au cerveau humain et... à la pensée. »

Dans sa leçon inaugurale à la faculté de médecine de Lyon, M. Testut se propose de répondre « au nom de l'anatomie moderne » à cette triple question : que sommes-nous ? d'où venons-nous ? où allons-nous ? Fidèle disciple de Hæckel, il demande à son auditoire de s'enfermer avec lui dans un laboratoire de la planète Saturne, où il a rapporté des cadavres humains qu'il s'agit de déterminer. Il les dissèque avec le plus grand soin et il conclut que « l'homme est un animal vertébré, de l'ordre des primates, de la famille des hominiens, produit ultime de l'évolution, dernier anneau de la longue chaîne généalogique qui remonte jusqu'à ces masses sarcodiques dont le Bathybius, si minutieusement décrit par Huxley, nous offre un des meilleurs spécimens » (2). Pour la classification

(1) Même à ce point de vue général de l'hypothèse transformiste, une réserve importante devrait être faite. Il n'est pas difficile, en effet, de choisir une série de types montrant des transformations de plus en plus parfaites de l'œil. Mais cet ordre progressif, ascendant, sous le rapport anatomique et physiologique, correspond-il toujours à l'ordre successif, chronologique ?... Ce serait pourtant indispensable pour la thèse évolutionniste. L'œil n'a-t-il pas existé dans un état de complication, de perfection très élevée chez certains organismes des premiers temps paléontologiques, sans qu'il soit possible de constater une série de transformations antérieures ?

(2) Comment M. Testut a-t-il pu oublier l'exécution solennelle du Bathybius au Congrès de l'Association britannique tenu à Sheffield, en 1879 ? Dans un discours plein de fines railleries, le professeur Huxley, son propre parrain, répudia publiquement, aux éclats de rire de l'assistance, « cette petite chose qui n'avait nullement tenu les promesses de son jeune âge ».

matérialiste, les phénomènes intellectuels et moraux, exclusivement humains, qui remplissent l'histoire et recouvrent la surface du globe transformée, sont comme s'ils n'existaient pas.

La dernière conférence transformiste de la Société d'anthropologie nous fait pénétrer dans le monde des microbes. M. Bordier y voit « des êtres vivants pris en flagrant délit de transformation, des êtres vivants qui nous offrent le temps et son immensité en réduction... L'observateur des microbes peut en quatre ans constater l'influence des milieux, de la sélection, de l'hérédité, etc., sur 93 000 générations... Le même nombre de générations humaines ferait une durée de 2 400 000 années ». Par un singulier effort de dialectique, le savant microbiologue conclut de tout cela que « le simple transformisme des microbes permet de se rendre compte de la transformation universelle de la monade, jusqu'à l'amphioxus, jusqu'aux grands vertébrés qui, perdant progressivement l'attitude quadrupède, relèvent progressivement leur face, jusqu'à l'homme, dont l'*os sublime* fixe les cieux et y contemple, à la place des dieux de son enfance, la science et la vérité ». Quel dommage ! tant de patientes recherches, tant de minutieux calculs pour aboutir à une phrase si pompeusement vide !...

Voilà où conduit le dédain de la métaphysique, l'oubli des habitudes logiques les plus indispensables. Des hommes d'une science spéciale incontestable passent, comme ils le disent eux-mêmes, de l'observation purement sensible, des révélations du microscope et du scalpel aux choses de l'âme, aux phénomènes purement intellectuels, aux facultés mentales, « de la goutte de protoplasme à la pensée humaine ». Il serait difficile d'imaginer une application plus étrange, et plus inconsciente peut-être, du vieux sophisme *de genere ad genus*.

Évolution du langage. — Qu'il me suffise de constater, dans la conférence transformiste de M. Hovelacque, une double confusion : le langage avec les langues, — le langage avec la parole. Les langues, la parole, expression articulée des langues, évoluent ; mais le langage humain n'a d'autre structure essentielle que celle de l'esprit humain, de la pensée elle-même, il ne saurait évoluer dans ses éléments constitutifs.

« Le langage né avec l'homme, dit M. Hovelacque, est la seule caractéristique de l'humanité, caractéristique lentement et laborieusement *acquise*. » Toute la théorie transformiste et positiviste du langage est dans ce dernier mot. Mais le langage conventionnel, articulé ou non, est une conséquence et une manifestation de la faculté maîtresse, caractéristique essentielle et par là même *non acquise* du règne humain, de la raison. Deux savants aussi compétents que peu suspects d'idéalisme, MM. Littré et Robin, reconnaissent que le pouvoir d'abstraire et de généraliser constitue une condition nécessaire du langage conventionnel, et que la raison humaine seule possède ce pouvoir.

En thèse générale, dans cette question du langage on rencontre un hiatus, un abîme infranchissable entre le langage naturel, émotionnel de l'animal et le langage conventionnel humain. Qu'il y ait eu, d'une part, dans la série animale, une évolution du langage naturel, c'est une conséquence nécessaire de l'hypothèse transformiste. Qu'il y ait eu, d'autre part, qu'il y ait encore au sein de l'humanité une évolution plus ou moins progressive des langues, c'est une certitude historique et scientifique ; nul n'ignore la théorie des transformations successives — langues monosyllabiques, langues agglutinées, langues à flexion. La différence entre le langage de l'animal et le langage humain n'en est pas moins une différence essentielle, une différence de nature. Il est possible de concevoir deux évolutions distinctes, chacune *sui generis ;* il n'est pas

possible de les confondre en une seule évolution continue.

On a vainement essayé de classer la linguistique parmi les sciences naturelles (Max Müller, Darmesteter, Hovelacque) : la structure extérieure des langues se transforme sous l'action d'une force inspiratrice et directrice, la volonté intelligente de l'homme. Dans toutes ces évolutions morphologiques, on reconnaît la constante élaboration du *logos* humain. (Michel Bréal.)

Évolution de la morale. — De toutes les théories que nous venons d'examiner, celle de M. Letourneau touchant ce qu'il appelle « l'évolution de la morale » paraîtra sans doute la plus audacieuse, la plus anti-scientifique ; elle est en outre en contradiction — nous le montrerons tout à l'heure — avec un des principes essentiels de la conception darwiniste.

Comme toujours, l'hypothèse joue ici le plus beau rôle, et se montre dès le point de départ. D'après M. Letourneau, la cellule nerveuse est un appareil enregistreur. Elle emmagasine les empreintes qu'elle reçoit, et ces empreintes sont transmises héréditairement ; d'où la formation des tendances innées, des penchants naturels. Telle a dû être la genèse des instincts moraux et sociaux dans l'animalité. Or l'homme n'est qu'un primate perfectionné, il est donc aisé de « passer par voie d'évolution continue » de la morale animale à celle des groupes humains primitifs, et des groupes humains primitifs, représentés par les sauvages actuels (1), aux plus hautes civilisations historiques.

(1) " Pour connaître la préhistoire morte, dit M. Letourneau, il suffit d'étudier la préhistoire vivante. „ Rien n'est plus faux. On a constaté chez les peuplades les plus sauvages, par exemple chez les Fuégiens placés " presque au niveau de la bête „, un vocabulaire de trente mille mots. " L'ouvrier, dit M. Max Müller, doit avoir été au moins aussi grand que son œuvre... Les magnifiques ruines qui nous frappent dans les dialectes des Fuégiens, des Mohawks ou des Hottentots, nous parlent de constructeurs intellectuels qu'on ne pourrait surpasser aujourd'hui. „

Deux principes suffisent pour expliquer la formation de l'idée du bien et du mal, du droit et du devoir, dans ce qu'on est convenu d'appeler aujourd'hui la conscience humaine : — l'*utilité* soit individuelle, soit sociale — et l'*hérédité*.

L'utile et le nuisible, l'agréable et le désagréable, le plaisir et la douleur, etc., constituent les premiers et les seuls éléments de toute morale. Grâce à l'hérédité, ces éléments, pures empreintes nerveuses, passent des cellules cérébrales des parents à celles des enfants et deviennent des notions. Au bout d'un certain temps le caractère absolu du bien et du mal, du juste et de l'injuste, résulte de l'ignorance des motifs qui, primitivement, rendaient les actions utiles ou nuisibles, agréables ou désagréables. Les résultats des expériences antérieures, gravés dans le cerveau, sont devenus des principes.

Telle est la théorie dans toute sa candeur. Remarquons d'abord que dans ces conférences établies en l'honneur de Darwin, les disciples se montrent parfois peu soucieux de la pensée du maître. Pour Darwin, en effet, l'hérédité est un des principaux facteurs de l'évolution animale, et sa fonction est très nettement déterminée. Elle transmet les aptitudes, les modifications organiques, fruit de l'influence des milieux, de la sélection naturelle ; mais elle ne transmet en aucune façon les idées, c'est le rôle de l'enseignement. Les notions sont de leur nature traditionnelles, elles ne sont pas héréditaires.

En second lieu, même en supposant — ce qui n'est pas — que l'hérédité a le pouvoir de transmettre les notions, elle ne saurait jamais avoir celui de les transformer, de faire « de l'expérience le principe », du contingent le nécessaire, du variable l'immuable, du relatif l'absolu. L'hérédité transmet, accumule, perpétue, elle ne transforme pas ; un tel rôle serait la contradiction même de l'idée d'hérédité.

On voit ce que vaut la thèse « scientifique » sur l'évo-

lution de la morale (1) : le bien, le droit, la vertu ne sont autre chose que des empreintes des cellules nerveuses primitivement enregistrées dans l'organisme animal et transformées par l'hérédité. Il semblerait difficile d'imaginer un cas « d'évolution continue » plus fantaisiste, plus grotesquement immoral que celui-là. Eh! bien, M. Letourneau a trouvé mieux encore peut-être dans son *Évolution du mariage:* le sentiment de la pudeur, exclusivement propre à l'homme, n'est pour lui qu'une transformation de l'idée de propriété, commune à l'homme et à l'animal.

La philosophie positiviste de l'évolution ne se contente pas, en matière de morale, de nous raconter les transformations passées, elle prédit encore, et toujours « scientifiquement », les transformations à venir. Grâce à l'évolution, « qui prévaudra sur tous les raisonnements de la logique à son égard », l'homme moral est destiné à devenir un automate inconscient, un organisme machine, faisant ce qui est le meilleur et le plus utile à l'espèce sans même avoir besoin de réfléchir. Les membres de l'humanité qui ne trouveront pas leur plaisir dans l'altruisme seront éliminés par la sélection (Spencer, Mundsley et leurs disci-

(1) Tout récemment, sous les auspices de MM. Hovelacque et Letourneau, M. André Lefèvre inaugurait son cours d'ethnographie. Dans une première leçon traitant de l'*Évolution des mythes et des religions*, le professeur transporte son auditoire sur des hauteurs d'où l'on peut apercevoir ce qui s'est passé à la surface du globe depuis l'apparition de l'homme. Parmi les manifestations extérieures de la vie humaine, il en distingue qui s'imposent à l'attention, ne répondant à aucun besoin, à aucun intérêt, énigmatiques, universelles. Tous, noirs, rouges, jaunes et blancs, sauvages et civilisés, en tout temps, en tout lieu, participent à cette mimique inexpliquée (ce sont les manifestations religieuses, l'aveu est bon à retenir). Comment expliquer ces faits, d'où s'est élancée cette végétation touffue, universelle... qui couvre partout les terres non défrichées encore par l'enseignement obligatoire et laïque ? *(textuel)*... C'est dans le cerveau que s'en est formé le germe, c'est sur les crânes surbaissés de nos lointains aïeux, peut-être de certains animaux..... Le microscope condamné à l'étude des cerveaux morts ne surprendra jamais en action ces rapports compliqués, ces accommodations successives... Mais ce sont là des faits aussi indubitables que la déformation héréditaire des crânes toulousains... (Voir *Revue scientifique* du 16 février 1889, p. 205). — C'est ainsi que l'on démontre, à l'École d'anthropologie, l'incompatibilité de la science et de la foi.

ples : Barrett, miss Simcox). Les actes moraux seront réduits à d'impérieux instincts et finalement à de purs réflexes. Nous reviendrons ainsi au point de départ.

Ce seront là les bienfaits suprêmes de la sélection; quant à présent, ses arrêts sont impitoyables. Selon M. Letourneau, elle condamne le mariage monogame, régulier, légal, comme fatal à la race; selon d'autres, et pour les mêmes motifs, elle proscrit la charité envers tout ce qui est faible, contrefait, infirme. Dans cette morale évolutionniste, l'âme raisonnable, libre, immortelle, la plus belle âme, capable d'aimer et d'être aimée, si elle habite un corps chétif, ne doit compter pour rien.

Évolution mentale. — Les deux conférences de Mme Clémence Royer sur ce sujet capital dans la doctrine positiviste se composent de phrases d'apparence scientifique, mais le plus souvent aussi vides que sonores, d'affirmations bizarres, parfois même choquantes ou ridicules. Elle regarde avec raison l'évolution mentale comme « le problème le plus complexe et le plus obscur », mais ne parvient guère à l'éclairer, à le simplifier. Elle aura « le courage d'employer le mot âme », ce sont ses propres expressions, mais ce mot ne signifiera pas autre chose que « la totalité des fonctions qui distinguent l'être vivant de l'agrégation anorganique ». C'est la confusion, habituelle chez les matérialistes, des fonctions et des facultés avec le sujet d'inhérence de ces facultés et de ces fonctions. L'âme, totalité des fonctions biologiques, produit la pensée et la volonté avec l'excitation sensorielle, comme un moulin produit la farine avec le grain qu'il triture. Les fonctions fondamentales de ce mécanisme, chez l'homme et chez l'animal, ne sont pas essentiellement distinctes, seulement la qualité de la farine varie.

Pour montrer l'analogie qui existe entre les émotions animales et les émotions humaines, Mme Royer nous dit que « l'ânesse doit certainement trouver du charme au

braiement de l'âne ». A côté de ces affirmations sentimentales se rencontrent des assertions doctrinales et des conclusions logiques comme celles-ci : « La substance psychique du ciron ne diffère pas essentiellement de la substance psychique de l'homme ; il peut donc y avoir, entre l'animal inférieur et nous, continuité de substance psychique (évolution mentale), comme il y a continuité de substance organique »...

Je passe à deux essais d'explication de l'évolution mentale, plus dignes d'attention, de réfutation sérieuse. Ils ont été publiés presque en même temps (1887) et peuvent être regardés comme le suprême effort de la science positiviste sur ce sujet si grave et si actuel.

Le premier est de M. Edm. Perrier, professeur au muséum d'histoire naturelle de Paris, dans la préface, fort savante d'ailleurs et très étudiée, de la traduction française du livre de Romanes sur l'*Intelligence des animaux*. « Le but de cette préface est de faire pénétrer plus profondément qu'on ne l'a fait jusqu'ici dans les secrets de la genèse de la pensée ».

M. Perrier accepte ces trois stades successifs et progressifs : l'acte réflexe simple, — l'instinct, — la pensée. C'est qu'en effet, dans le système évolutionniste, la genèse de l'instinct doit précéder la genèse de la pensée humaine. Il faut donc expliquer tout d'abord l'instinct des animaux « avec des antécédents purement matériels ».

L'acte réflexe simple, excitation et réaction organiques, est suivi d'actes réflexes répétés, combinés, modifiés par l'expérience. Ici intervient dans ces opérations primordiales, encore inconscientes, une force *sui generis*, une sorte de « volonté libre, d'intelligence obscure », qui apparaît, se perfectionne, soit dans l'individu, soit dans la race, et dont on n'indique en aucune façon l'origine (Darwin, Romanes, Edm. Perrier). Les résultats de l'expérience se transforment ainsi en notions plus claires, sur

les rapports de l'organisme et du milieu, sur le but prochain et partiel des actes, et se transmettent par l'hérédité à travers des milliers de générations. Grâce à la sélection naturelle, les variations défavorables disparaissent, les progrès psychiques se perpétuent, jusqu'à ce qu'enfin l'habitude suffisamment contractée fasse disparaître l'élément intelligence devenu inutile. On arrive ainsi, par évolution continue, à ces prodiges de l'instinct — redevenu inconscient — qui défient toutes les merveilles de l'industrie et du génie humains.

Le premier desideratum de cette théorie, c'est l'origine inexpliquée, et inexplicable dans l'hypothèse matérialiste, d'une intelligence d'abord obscure, puis claire, se mêlant aux actes réflexes pour les transformer, et disparaissant ensuite aussi mystérieusement qu'elle était apparue. Mais passons : admettons, *ex abundantia juris,* toutes ces générations et disparitions spontanées. On se heurte à cette objection : l'antinomie de l'instinct et de la conscience ; l'influence fatalement dissolvante de la réflexion sur l'instinct (1). L'intelligence appliquée à l'instinct tend à l'altérer par le fait, même quand elle veut le fortifier.

Mais voici une difficulté plus saisissante, parce qu'elle ressort de l'expérience, de l'observation des faits, et qu'elle n'offre rien de métaphysique. Elle surgit des rangs inférieurs de la série animale. Ces faits ont été constatés par un naturaliste éminent, observateur incomparable, M. Henri Fabre. Je prends d'abord le seul exemple choisi par M. Perrier lui-même. Un insecte hyménoptère (l'Ammophile hérissé) paralyse, par neuf coups d'aiguillon correspondant aux neuf centres nerveux, la chenille qui doit servir de nourriture à une larve qu'il ne connaîtra jamais. Le rôle de l'expérience est ici évidemment nul, on en convient, et dès lors la théorie positiviste de l'évo-

(1) Ce qu'on appelle *mono-idéation* dans l'animal est fatalement stérile pour tout ce qui n'est pas l'opération instinctive ; elle ne peut donc être un instrument de progrès.

lution mentale ne se comprend plus. L'instinct, en effet, était une étape nécessaire pour passer de l'acte réflexe à la pensée chez l'homme, et il se trouve que l'instinct de l'ammophile (et beaucoup d'autres encore) suppose une pensée, une intelligence antérieure. En présence de tels faits, Darwin, Romanes, H. Milne Edwards avouent leur impuissance à résoudre le problème. Le but de M. Perrier est de trouver une solution, d'expliquer scientifiquement, naturellement, le cas de l'ammophile.

Le savant professeur reconnaît que l'instinct de cet insecte « serait miraculeux s'il avait toujours procédé comme il le fait aujourd'hui ». Mais, si l'on se reporte aux temps géologiques, l'ammophile n'étant pas tué par l'hiver a pu connaître sa larve. En outre, il est des espèces voisines qui, aujourd'hui encore, nourrissent leurs larves avec une proie simplement mâchonnée à demi paralysée. On conçoit très bien, dit M. Perrier, comment l'instinct d'une espèce particulière a pu se former ainsi lentement, se perfectionner grâce à l'intervention de son intelligence, et se perpétuer ensuite tel quel, lorsque les modifications du climat, les rigueurs de l'hiver n'ont plus permis à la mère de connaître ses larves vivantes.

La critique que nous venons de faire d'une théorie où l'instinct est le résultat — impliquant contradiction — d'une intelligence d'abord obscure, puis réfléchie et toujours spontanée, conserverait ici toute sa valeur. Il sera plus simple de substituer à l'exemple de l'ammophile, choisi par M. Perrier, d'autres faits également indiscutables : *les hypermétamorphoses* des Méloés et des Sitaris (1). Dans ces

(1) Le *dimorphisme larvaire* des Anthrax et des Leucospis, qui rappelle les débuts de l'*hypermétamorphose*, suffirait à renverser la théorie de M. Perrier. Le cycle de l'Anthrax se partage en quatre périodes, à chacune desquelles correspondent des formes et des fonctions spéciales. Voici comment M. Fabre décrit la première de ces phases, celle qui concerne la *larve primaire:*

" L'animalcule vient d'éclore à la vie sous les morsures du soleil. Son berceau est l'âpre superficie de la pierre. Mais le salut est à l'intérieur, et voici que ce filament d'albumine, atome de glaire animée, entre en lutte avec le

divers cas si bien observés et décrits par M. Fabre, la série des circonstances favorables imaginée par l'ingénieux professeur du muséum, toutes ses complaisantes hypothèses n'expliquent plus rien. L'insecte ne connaît pas, n'a jamais pu connaître sa larve; toutes les conditions du « miracle » (p. XXXII) se trouvent réalisées, c'est-à-dire que l'absolue nécessité d'une intervention initiale extérieure extranaturelle, créatrice, devient expérimentalement démontrée.

Rien de plus frappant, ce me semble, que cette conclusion qui se reproduit à la suite d'un si grand nombre de chapitres des *Souvenirs entomologiques*. — « L'instinct des insectes observé principalement dans les soins de la progéniture, œuf, larve, etc., a dû être dès le début ce qu'il est aujourd'hui, tout aussi parfait, infaillible; sans cela, l'espèce serait perdue, elle n'aurait pu même se prolonger jusqu'à la seconde génération. » — Voilà un bloc qu'on n'a pas encore remué, qu'on ne remuera pas.

Dans son *Essai de psychologie générale*, M. Charles Richet, professeur de physiologie à l'École de médecine de Paris, directeur de la *Revue scientifique*, expose une théorie bien autrement radicale. Pour lui, l'évolution mentale n'est autre chose qu'une série de phénomènes chimiques de plus en plus compliqués. Le point de départ est le même; les étapes sont plus nombreuses : irritabilité de la cellule nerveuse — acte réflexe simple — mouvements réflexes synergiques — instinct (1) — con-

caillou. Obstinément il en sonde les pores; il s'y glisse, rampe en avant, recule, recommence. La radicule de la graine qui germe n'est pas plus persévérante à descendre dans les fraîcheurs du sol qu'il ne l'est à s'insinuer dans la motte de mortier (dans la cellule de l'abeille maçonne). Quelle boussole le dirige à la base du bloc? Que sait-il de la distribution et du contenu de ces hypogées? Rien. Que sait la racine des fécondités de la terre? pas davantage.... » Ce n'est là qu'une des quatre formes spéciales, une des quatre fonctions instinctives de l'insecte. (Voir la 3me série des *Souvenirs entomologiques*, p. 209.)

(1) On remarquera que l'instinct, dans cette théorie, apparaît avant et en dehors de toute conscience. Les variations du positivisme et du matérialisme

science — sensation — mémoire — idéation — volonté. Tels sont les anneaux successifs de la chaîne des « manifestations psychiques », depuis l'organisme le plus élémentaire jusqu'à l'homme ; elle aboutit à une conclusion chère aux psychologues criminalistes de la nouvelle école italienne : responsabilité sociale et juridique, irresponsabilité morale.

Cette chaîne idéale, on le devine, offre bien des soudures artificielles, hypothèses pures, affirmations sans preuves ; et bien des solutions de continuité, hiatus béants dont l'auteur ne se préoccupe guère. Disons-le ici encore, on imaginerait difficilement une plus sérieuse habitude d'observation, une science physiologique plus réelle, et, en même temps, une plus complète absence de notions métaphysiques et de saine dialectique. Voici quelques-unes de ces affirmations gratuites et de ces enjambées prodigieuses *de genere ad genus,* le sophisme de prédilection chez nos savants positivistes.

Première hypothèse : La cellule vivante est irritable à la manière des corps explosifs ; son énergie latente, sa force d'explosion augmente avec la progression de la série animale ; la cellule cérébrale humaine représente le maximum actuel. — Seconde hypothèse : Cette force est d'origine chimique ; la vie, y compris la pensée, est une fonction purement chimique. — Troisième hypothèse : La progression psycho-chimique, dans la série animale, est le résultat de la sélection naturelle et de l'hérédité.

Premier hiatus : Aux complications croissantes, mais encore inconscientes, de l'acte réflexe vient s'ajouter une complication nouvelle, « la conscience ». (Du Bois-Raymond comprend cette « complication nouvelle » parmi les

à cet égard sont vraiment singulières. Pour Büchner, l'instinct ne diffère pas de l'intelligence ; pour MM. Romanes et Perrier, l'élément intelligence se mêle à l'élément instinct et le perfectionne ; pour M. Richet, l'instinct est purement automatique : l'animal mécanisme marche comme une horloge, comme le métier du tisserand. Ces diverses conclusions se réclament toutes également de la science expérimentale.

énigmes inexpliquées et inexplicables par la science : *ignoramus*, *ignorabimus)*. — Second hiatus : Les mouvements et les émotions conservés par la mémoire, les sensations, plaisirs, douleurs, etc., accumulés dans les profondeurs de l'intelligence (?), se transforment et deviennent des idées. (Le passage du sentir au connaître n'est encore qu'une complication nouvelle). — Troisième hiatus : Les idées accumulées dans ces mêmes profondeurs contribuent à augmenter énormément l'énergie cérébrale latente, et finissent par devenir des forces excitatrices, c'est-à-dire la volonté (!). C'est le passage du connaître au vouloir, dernière complication, « explosion finale » (1).

M. Richet dit en terminant : « l'intelligence de l'homme représente le degré supérieur de l'évolution organique. C'est pour aboutir à ce résultat que, depuis des milliers de milliers de siècles, ont vécu des milliards de milliards de centaines de milliards d'êtres » (2).

Cette formule peut servir de pendant à celle que M. Renan écrivait à M. Berthelot (3). « Ne pensez-vous pas que la (première) molécule pourrait bien être le fruit du temps..., qu'elle est le résultat d'un phénomène très prolongé, d'une agglutination (de zéros) continuée pendant des milliards de milliards de siècles? »

Nous avons ainsi la double solution, positiviste et idéaliste, des deux grands problèmes dont je parlais au début de ce travail — la solution du problème *anthropologique* par M. Ch. Richet — la solution du problème cosmique ou étiologique par M. Renan.

J'ai voulu constater l'impuissance des dernières tentatives, des efforts les plus récents de la science matérialiste pour expliquer le passage de l'irritation cellulaire à la pensée, de l'acte réflexe simple à l'acte raisonnable et

(1) *Essai de psychologie générale*, pp. 190, 191, 192.
(2) *Ibid.*, p. 193.
(3) *Dialogues et fragments philosophiques*, p. 178.

libre, c'est-à-dire pour combler « l'abîme » qui sépare l'homme de la bête. On a épuisé tous les systèmes d'évolutions partielles, organiques ou mentales. Presque au point de départ, dans les rangs inférieurs de l'animalité, l'instinct de quelques insectes suffit pour opposer une première barrière infranchissable à la série idéale des « transformations psychiques »... La genèse « naturelle » de l'instinct, avec des antécédents purement matériels, en dehors de toute intervention extérieure et supérieure, en dehors de toute idée créatrice, est donc encore inexpliquée ; elle restera inexplicable, puisqu'elle implique contradiction. Quant à la genèse « naturelle » de la pensée, la science expérimentale, la science positive ne peut pas même l'aborder sans violer les lois essentielles de la méthode qui lui est propre, en dehors de laquelle il n'y a plus de vraie science.

L'homme n'est pas, ne peut pas être le dernier terme d'une évolution continue ; il est essentiellement distinct des autres animaux par ses facultés mentales, la raison et la liberté ; par son âme simple, spirituelle, responsable, immortelle (1). Voilà la solution, sanctionnée par les siècles, du problème anthropologique ; certitude de la philosophie rationnelle, certitude de la foi religieuse, qu'aucune certitude de la science expérimentale ne contredira jamais.

(1) Dans sa dernière encyclique sur la liberté humaine (20 juin 1888), Léon XIII confirme une fois de plus ces vérités fondamentales : L'homme est essentiellement distinct de l'animal par la raison et la liberté, par son âme qui, étant capable de penser, ne *tire* point son origine d'antécédents matériels, *non e rebus corporeis ducit originem*. C'est précisément la contradictoire de l'erreur positiviste sur l'évolution appliquée à l'homme, dont la réfutation fait l'objet de ce travail. On comprendra que nous tenions à reproduire ici les paroles du Souverain Pontife qui donnent à nos conclusions scientifiques et doctrinales une nouvelle et si haute sanction : " Le jugement et le sens commun de tous les hommes ne reconnaissent la liberté qu'aux êtres doués de raison... Tandis que les animaux n'obéissent qu'aux sens et ne sont poussés que par l'instinct naturel à rechercher ce qui leur est utile ou à éviter ce qui leur serait nuisible, l'homme dans chacune des actions de sa vie a la raison pour guide... C'est qu'il a une âme simple, spirituelle et capable de penser, une âme qui étant telle ne tire point son origine de choses corporelles... mais est créée immédiatement de Dieu. Cette doctrine, l'Eglise l'a toujours enseignée et elle la défend comme un dogme ".

L'évolutionnisme matérialiste voudrait à tout prix forcer le passage de la vie animale à la pensée, et supprimer ainsi l'immatériel dans la nature, c'est-à-dire l'âme humaine, comme une hypothèse inutile. C'est là que nous devons l'arrêter, c'est ce passage que nous devons fortement garder et qu'il ne franchira pas. L'existence de l'âme est la base de tout l'édifice doctrinal.

De l'immatériel humain, substance réelle et contingente, nous remontons à l'immatériel divin, au Dieu personnel, éternel, créateur. Avec ces deux termes, Dieu et l'âme, nous avons la religion et nous rentrons dans la démonstration traditionnelle; avec la religion nous avons le christianisme et sa transcendance; avec le christianisme, la foi catholique; avec la foi catholique, la vérité totale.

F. Duilhé de Saint-Projet.

LE TRANSFORMISME

ET LA DISCUSSION LIBRE

Fin (1).

V

LA CRÉATION DE L'HOMME ET L'HYPOTHÈSE DE SA DESCENDANCE SIMIENNE.

Notre tâche ne saurait se terminer aux conclusions qui précèdent. Nous avons en effet écarté jusqu'ici l'une des extensions de la thèse de l'évolution qui ont soulevé le plus de répulsion et d'opposition du côté des philosophes et des croyants, celle qui étendrait les effets de la mutabilité des espèces jusqu'à la formation de l'homme lui-même.

Il est d'abord évident *à priori* non seulement pour tout chrétien, mais pour tout philosophe qui élève la notion de l'être au delà des étroites limites du concept matérialiste, que l'hypothèse transformiste ne saurait s'étendre à l'homme *tout entier*. Et par l'homme tout entier, nous entendons l'être humain en possession de son intelligence,

(1) Voir la livraison précédente, pp. 76 seqq.

doué de raison, capable de s'élever par l'abstraction aux idées générales, à la connaissance de soi-même et du monde qui l'entoure, à la notion et à l'adoration d'un Dieu personnel, créateur et souverain maître de tout ce qui existe ; l'homme enfin honoré de l'auguste et redoutable privilège de la liberté, partant capable de mérite et de démérite, sachant concevoir jusqu'à l'idéal le bien, le vrai et le beau, et seul de toute la création à user de la parole articulée.

Un être capable de posséder au moins en germe et de développer l'ensemble de toutes ces nobles facultés, ne saurait les avoir puisées dans les chétives âmes animales, dont les plus élevées s'ignorent elles-mêmes, connaissent seulement et inconsciemment ce qui est immédiatement perceptible à leurs sens, et sont incapables de savoir qu'elles connaissent ; dont l'instinct, si développé qu'on le suppose, n'approche jamais de l'intelligence raisonnable ; qui sont par conséquent privées de liberté morale, incapables de mériter ou de démériter, sans moralité en un mot. Ici le sens commun réclame impérieusement une création spéciale, et toutes les subtilités, toutes les arbitraires distinctions du naturalisme, les anathèmes lancés par la libre-pensée au nom de l'esprit soi-disant scientifique, comme les sottes imputations de « mysticisme », etc. n'y feront rien.

Les partisans matérialistes de l'évolution l'ont bien compris. Aussi tous leurs efforts tendent-ils à prouver qu'il n'existe entre l'homme et l'animal qu'une différence de degré, non d'essence. Efforts impuissants, vaines tentatives, sur lesquels il n'y a pas lieu de s'attarder ici.

Donc déjà, à s'en tenir à l'ordre purement philosophique, la théorie de l'évolution, *en tant que s'étendant à l'homme tout entier,* doit être repoussée *à priori,* et les philosophes de l'école rationaliste qui sont restés spiritualistes, autrement dit véritablement philosophes, ne sauraient nous contredire.

A bien plus forte raison en est-il de même si nous nous élevons jusque sur le terrain de la tradition chrétienne et de la croyance due à l'Écriture sainte.

Dans le premier des deux récits de la Genèse relatifs à la formation de l'homme, nous lisons (chap. I, vers. 26 et 27) :

« Dieu dit : Faisons l'homme *à notre image et ressemblance;* qu'il domine sur les poissons de la mer, sur les volatiles du ciel, sur les bêtes sauvages, sur la terre entière et sur tout être rampant qui rampe sur le sol ;

» Et Dieu *créa* l'homme à son image ;

A l'image de Dieu il le *créa*,

Mâle et femelle il les *créa* (1). »

Suit l'exposé de l'accomplissement de cet ordre du Créateur :

« Puis Dieu les bénit et leur dit : Croissez et multipliez,... et dominez sur les poissons de la mer, sur les volatiles du ciel et sur tous les animaux qui se meuvent sur la terre (2). »

Ces textes seuls suffiraient, pour le croyant, à démontrer la réalité d'une création spéciale pour l'homme et la femme. Non seulement Dieu annonce qu'il les crée à son image et ressemblance, non seulement il donne à l'homme l'empire sur la terre et sur tous les animaux qu'elle contient, mais encore le mot employé pour exprimer cette création est le même que celui qui figure dans la première phrase de la Genèse pour exprimer la création première, *ex nihilo,* de l'univers : c'est le mot *bârah.* Tous les actes subséquents de l'œuvre créatrice, sauf au verset 21,

(1) 26. — Et dixit Deus : Faciamus hominem *in imagine nostra secundum similitudinem nostram*; et dominetur in pisces maris, in volatile cœli, et in jumentum et in omnem terram, et in omne reptile reptans *super terram.*

27. — Et *creavit* Deus hominem in imagine sua; — in imagine Dei *creavit* illum ; — masculum et feminam *creavit* eos.

(2) 28. — Et benedixit eis Deus; et dixit ad eos Deus: crescite et multiplicate vos... et dominamini in pisces maris, et in volatile cœli, et in omnem bestiam reptantem super terram.

(Traduction littérale de l'hébreu. Cf. Walton, Arias Montanus, etc.)

lors de la *première* apparition des animaux terrestres (1), sont désignés par des verbes qui indiquent la formation de nouveaux êtres à l'aide d'une matière préexistante : *sit, fiat;... et fuit, et factum est;... germinet* terra ;... *reptificent* aquæ ; *producat* terra... Mais quand l'écrivain sacré arrive à l'homme, il reprend l'expression qui signifie : faire de rien, *créer*, au sens premier et exclusif du mot ; et il l'emploie à trois reprises, comme pour en signaler la valeur et prévenir toute confusion avec les créations antérieures.

Cette certitude devient plus complète encore, s'il est possible, à la lecture du 7e verset du chapitre suivant, qui semble préciser davantage le mode de création de l'homme :

« Dieu donc forma l'homme du limon, de la poussière, de la terre (2) ; *puis il insuffla sur son visage un souffle* ou *un esprit de vie*, et il y eut un homme doué d'une âme vivante (3). »

Il résulte de ce passage que la création du premier homme fut le produit de deux actes.

Par le premier, fut formé son corps, son organisme. Le mot : *bârah, creavit,* n'est pas répété ici ; il est fait usage du verbe *iazar, formavit,* qui indique la formation à l'aide d'une matière préexistante ; et en effet, ce fut avec la poussière du sol que fut fait le corps du premier homme.

C'est le second acte qui est l'acte vraiment créateur. L'*insufflation* divine est visiblement une métaphore ; elle signifie la création de l'âme humaine, *spiraculum vitæ*, souffle de vie, c'est-à-dire *esprit vivant,* doué d'intelligence et de raison.

(1) Et CREAVIT Deus *cete grandia* (Vulg.), *cetos magnos* (trad. litt.).

(2) Formavit igitur Dominus Deus hominem *de limo terræ,* dit la Vulgate; et formavit Dominus Deus hominem *pulverem de terra,* dit la traduction littérale.

(3) Et inspiravit in faciem ejus spiraculum vitæ, et factus est homo in animam viventem.

Par conséquent, la vérité s'impose d'un acte créateur distinct et spécial pour la partie la plus noble du composé humain, pour son âme raisonnable, libre, morale et partant immortelle.

Ici pas de dissentiment possible entre chrétiens, comme, au point de vue précédent, il n'en est pas non plus entre philosophes spiritualistes.

La question devient beaucoup plus délicate et incertaine quant au *corps* humain. Il a été formé du limon de la terre, de la poussière du sol. Bien. Mais comment ?

La mythologie grecque, sans doute par un souvenir travesti des premières origines de l'humanité, a imaginé Pygmalion ayant obtenu des dieux que la vie fût donnée à la statue qu'il avait sculptée. Faut-il abaisser l'œuvre du Tout-Puissant à une conception aussi misérable ? Supposer qu'il aurait moulé, à la façon d'un statuaire, un simulacre d'homme par les lignes et contours extérieurs, auquel il aurait ensuite communiqué, avec l'âme spirituelle et immatérielle, l'organisme animal ?

N'est-il pas plus rationnel de penser que, de la poussière dont il s'est servi, Dieu a tiré d'abord l'organisme humain complet et prêt à fonctionner, et qu'il lui a ensuite communiqué la vie par la création de l'âme spirituelle venant l'informer et le vivifier ?

Mais si cette interprétation peut être admise, — et nous ne voyons vraiment pas ce qu'on pourrait lui objecter, — ne saurait-elle comporter cette extension que l'organisme, formé par Dieu de la terre du sol pour recevoir l'insufflation divine, aurait été déjà doué de la vie matérielle avant d'être gratifié du don complémentaire si supérieur et si précieux de la vie spirituelle, raisonnable, surnaturelle ?

Peut-être nous objectera-t-on ici que par là nous cotoierions l'erreur des vitalistes, dédoublant en quelque sorte l'être humain en principe vital et en âme pensante. Mais cette objection n'est pas, croyons-nous, sans réponse. On

peut aisément concevoir Dieu formant, avec la poussière du sol, un organisme doué de la vie à la fois végétative et sensitive, puis faisant absorber cette première vie dans la vie plus haute insufflée avec l'âme spirituelle. En fait, l'âme humaine est à la fois végétative, animale et raisonnable, et ce n'est qu'une seule âme, comme l'âme de l'animal est aussi végétative et sensitive tout en restant simple. Plusieurs docteurs scolastiques sont d'accord, ce nous semble, avec cette manière de voir : n'enseignent-ils pas, et saint Thomas avec eux, que l'embryon humain traverse, par une double étape, les deux règnes inférieurs? Il serait informé, pendant un certain temps, par une âme végétative ; plus tard, quand les organes corporels sont suffisamment développés, par une âme animale; enfin, quand l'organisme atteint le degré de perfection nécessaire, en vertu d'une intervention immédiate de Dieu, d'une création spéciale, il serait doué de l'âme spirituelle et deviendrait le composé humain (1).

Ce n'est donc pas un concept impossible que celui de la création d'une âme spirituelle et raisonnable s'assimilant, — avec l'organisme auquel elle doit rester, jusqu'à la mort, indissolublement unie, — la vie propre dont cet organisme se trouvait préalablement pourvu.

On voit où nous en voulons venir. Il est clair que, si le *spiraculum vitæ* a été insufflé par le Créateur sur la face d'un organisme déjà vivant, rien n'oblige nécessairement à admettre que cette insufflation divine ait eu lieu *immédiatement* après la formation et l'organisation de l'être destiné à la recevoir. Et si un intervalle plus ou moins long s'est

(1) In generatione animalis et hominis, in quibus est forma perfectissima, sunt plurimæ formæ et generationes intermediæ... Anima igitur vegetabilis, quæ primo inest cum embryo vivit vita plantæ, corrumpitur, et succedit anima perfectior, quæ est nutritiva et sensitiva simul, et tum embryo vivit vita animalis. (*Contra Gentes*, l. II, c. 89.)

Embryo, antequam habeat animam rationalem, non est ens perfectum, sed in via ad perfectionem. (*De Potentia*, q. III, a. 9 ad 10m.)

Citations de M.le chanoine Duilhé de Saint-Projet, dans son *Apologie scientifique de la foi*, p. 277, note.

écoulé entre cette formation organisée et vivante et son élévation à la nature et dignité d'homme, il n'est pas interdit d'étendre cet intervalle à plusieurs générations de cet être.

Sans doute, rien, dans le texte sacré, ne nécessite une telle interprétation ; il ne nous paraît pas que rien, d'autre part, l'interdise davantage.

Si donc les sciences naturelles, biologie, anthropologie ou autres, venaient quelque jour à produire des faits et des arguments *sérieux* et *probants*, — et combien jusqu'ici elles en sont loin ! — en faveur d'un rattachement généalogique quelconque de l'*organisme* humain à telle ou telle forme animale antérieure, nous croyons qu'il n'y aurait pas lieu de s'en troubler, ni de faire une opposition systématique et de parti pris à la théorie, étant bien entendu que celle-ci s'arrête absolument et exclusivement à l'âme humaine qui, par son union intime avec cet organisme, en forme un composé *sui generis*, qu'un infranchissable abîme sépare désormais du règne animal.

Depuis les dernières éditions de l'*Origine des espèces* de Darwin et depuis les travaux de Broca, l'on a fait un tel tapage avec la prétendue origine simienne de l'homme, on nous a si souvent jeté à la face, à nous autres catholiques, cette hypothèse passablement arbitraire comme le renversement définitif de nos croyances, qu'il n'est pas inutile, pensons-nous, de faire voir que, même en la supposant aussi bien établie qu'elle l'est peu, elle n'a pas, après tout, de quoi nous effrayer, ni comme spiritualistes, ni même comme chrétiens.

L'effroi que nous témoignons souvent à l'annonce de théories scientifiques nouvelles, soit parce qu'elles dérangent nos habitudes d'esprit, soit parce qu'elles paraissent contredire plus ou moins des interprétations de l'Écriture sainte admises jusqu'alors ; tout au moins l'opposition systématique, parfois accompagnée d'irritation mal ou point dissimulée, avec laquelle nous accueillons, pour les mêmes

motifs, ces hardiesses de la science, — sont cause en grande partie du succès relatif qu'elles obtiennent à l'encontre de nos croyances, au sein du grand public (1). On ajouterait moins foi à leur prétendue puissance contre nos dogmes, si au lieu de leur opposer, comme la question préalable en une assemblée délibérante, des fins de non recevoir systématiques, nous prenions la peine de les examiner et, après avoir discerné ce qui, en elles, est suffisamment scientifique de ce qui n'est qu'imagination ou parti pris, nous montrions que, dans ce qu'elles peuvent avoir de rationnel et de légitime, elles ne sont point pour nous troubler.

C'est d'ailleurs une mauvaise défense que de poser *illico* en objection définitive le seul fait qu'une théorie scientifique a été acceptée avec enthousiasme par les matérialistes et les libres penseurs, « comme un système propre à ruiner la révélation et le dogme catholique » ; parce qu'il peut arriver, — et c'est le plus souvent ce qui arrive en effet, — que ce soit l'abus de la théorie mise en avant, bien plus que celle-ci en elle-même, qui tende à porter atteinte à nos croyances. Nous dirons à ce sujet avec M. l'abbé Arduin : « De quoi n'a-t-on pas abusé quand il s'est agi de faire de l'opposition à l'Église? L'histoire du catholicisme ne nous montre-t-elle pas, à toutes les époques, des hérétiques tournant contre la vérité révélée la vérité elle-même, travestie, dénaturée, faussée par les mêmes procédés sophistiques? Nous devons donc accuser de tendances matérialistes non pas la doctrine prise en elle-même et objectivement, mais telle que la conçoivent et la formu-

(1) Un savant distingué, mais qui ne partage point nos croyances, M. Emile Blanchard, de l'Institut, en fait finement la remarque, dans son récent ouvrage déjà cité : " Tout être, présumait Darwin, descend d'un type inférieur. Sans doute, avaient ajouté les gens qui aiment à troubler les âmes impressionnables, et cela est si vrai que les ancêtres de l'homme étaient des singes. L'effet a été prompt; blessées dans leur dignité, les personnes *qui croient savoir* (sic) comment le premier homme et la première femme ont été créés se sont fâchées. *C'est tout ce que pouvaient souhaiter de mieux les malins inventeurs de l'origine du genre humain.* „ (*La vie des êtres animés*, p. 194.)

lent nos ennemis, en lui donnant des caractères qui ne lui appartiennent pas essentiellement » (1).

Avec non moins de conviction nous nous assimilerons ces paroles puisées dans un écrit tout récent et qui nous parvient au moment même où nous écrivons :

« Le jour où l'on finira par comprendre que l'hypothèse évolutionniste, fût-elle prouvée, est incapable de supprimer Dieu ou de ruiner la religion, et qu'elle n'est plus qu'une machine de guerre inoffensive contre le *cléricalisme*, ce jour-là l'engouement irréfléchi se calmera » (2).

Mais, étant bien établi que, prise en elle-même et objectivement, la théorie de l'évolution ne nous trouble ni ne nous effraie, même étendue jusqu'au corps organisé de l'homme inclusivement, — disons bien haut que cette extension est des plus incertaines et tend de plus en plus à être abandonnée par les savants sérieux et que ne domine point le parti pris matérialiste. En dehors même des objections générales contre la théorie de l'évolution considérée intrinsèquement, dont nous dirons quelques mots plus loin, le rattachement de l'origine de l'homme à cette théorie apparaît bien plus problématique encore.

A peu près vers l'époque où Darwin publiait *l'Origine des espèces*, Broca lançait sa fameuse boutade :

« Quant à moi je trouve plus de gloire à monter qu'à descendre, et si j'admettais l'intervention des impressions sentimentales dans les sciences, je dirais que j'aime mieux être un singe perfectionné qu'un Adam dégénéré (3) ». Nous n'avons pas à discuter ici cette assertion, qui dénote plus de passion que de conviction, et qui pèche d'ailleurs comme comparaison : c'est « un Adam régénéré », et non « dégénéré », qu'il faudrait dire pour être dans la vérité de

(1) *La religion en face de la science*, t. III, pp. 435 et 436.

(2) *La vie et l'évolution des espèces*, par Albert Farges, prêtre de Saint-Sulpice, directeur de l'École des carmes, p. 205. — 1888. Paris, Letouzey et Ané.

(3) *Mémoires d'anthropologie*, t. III, p. 146. Cité par *M. Mathias Duval*, *loc. cit.*, p. 425.

la situation. Mais peu importe. Ce qui est plus significatif, ce sont les déclarations qu'énonce, quelques lignes plus loin, le même savant, et qui dévoilent le but principal, la pensée-mère des travaux du fameux anthropologiste : « Le transformisme, dit-il, se rattache à la doctrine générale des savants et des philosophes (?) qui, ne voyant dans l'univers que des lois *éternelles et immuables*, nient l'intervention, même exceptionnelle, *de toute cause surnaturelle*... Montrer que l'évolution des formes organiques, l'apparition des espèces, leur extension, leur extinction... sont des phénomènes ordinaires, c'est-à-dire nécessaires et régis par des lois qui ne laissent aucune place à un pouvoir supérieur, *tel est le but* et la conséquence de cette hypothèse (1) ».

Tel est le but de cette hypothèse !

Le but extra-scientifique, et nous ajouterons anti-philosophique, est ici nettement avoué. La connaissance de la vérité, l'avancement de la science, le développement du savoir humain, tout cela n'est que secondaire et accessoire. La fin principale, le *but*, c'est d'arriver à « montrer » que tous les phénomènes de la vie, comme les phénomènes physiques, ne sont que des enchaînements des causes secondes se succédant fatalement, *éternellement* (ce qui, par parenthèse, est mathématiquement et par conséquent « scientifiquement » absurde), et sans cause première ; qu'ainsi il n'y a pas de monde surnaturel, que Dieu n'existe pas, et que l'homme n'est qu'une brute qui a su se perfectionner d'elle-même, mais sans se distinguer autrement des bêtes que par une différence de degré.

Malheureusement pour la « démonstration » de Broca et pour la « conséquence » qu'il en prétend tirer, les progrès de l'anthropologie tendent de moins en moins à constater la réalité du « singe perfectionné » cher à ce savant. Les plus ardents sectateurs de la descendance simienne ont dû

(1) *Ibid.*, p. 147. — Cf. Duval, *l. c.*, p. 426.

renoncer à nous trouver un ancêtre dans les singes anthropomorphes actuels, ou même une parenté très proche avec eux. Déjà Hæckel, dans sa fantasmagorique généalogie, imagine un singe voisin du gorille, de l'orang, du chimpanzé, du gibbon, mais différent d'eux tous cependant, et qui serait issu des semnopithèques. De cet anthropoïde, dont l'existence n'a jamais été constatée ailleurs que dans l'esprit inventif du professeur d'Iéna, serait né l'homme-singe ou pithécanthrope, dont les traces n'ont été non plus constatées nulle part ; puis du ou des pithécanthropes doués de la station verticale, mais inaptes à parler, seraient enfin issus les premiers hommes avec une intelligence rudimentaire. Voilà qui recule déjà assez loin les probabilités de la fameuse origine simienne : aucune des espèces actuellement existantes, ou dont l'existence aux temps géologiques a pu être constatée, n'est reconnue comme apte, en vertu de la loi d'évolution, à avoir donné naissance à l'homme. Pour que cet effet de la transformation conserve quelque apparente vraisemblance, il faut *inventer* deux termes intermédiaires entre l'homme primitif et l'espèce dont il serait issu.

Il est vrai que M. de Mortillet prétend établir l'existence, sinon directement de ce qu'il appelle les précurseurs de l'homme, du moins des produits de leur industrie, dans des silex soi-disant taillés intentionnellement, découverts dans les formations tertiaires, à Thenay et ailleurs. Il établit même, suivant différents modes de taille, plusieurs espèces de ses anthropopithèques. Écoutons, au sujet de ces fameux silex, ce qu'en pense un anthropologiste distingué dont nous avons eu occasion déjà d'invoquer la haute autorité, M. le Mis de Nadaillac :

« Je dois l'avouer, j'avais cru d'abord à leur taille intentionnelle... L'étude et la réflexion ont modifié mes impressions : mon doute s'est accru en comparant les silex que l'on prétend travaillés avec d'autres qui gisaient auprès d'eux... Je me suis demandé de quelle utilité pour-

raient être ces petites pierres et dans quel but l'homme » (ou le fameux précurseur) « les avait taillées avec grand effort et grand labeur. Leur origine d'ailleurs semble aujourd'hui démontrée : M. Arcelin a retiré des berges de la Saône, dans un terrain appartenant à l'éocène inférieur, des silex craquelés ou éclatés présentant des caractères identiques à ceux de Thenay (1). » Ajoutons que le même M. Arcelin, le très savant géologue de Saône-et-Loire, a bien voulu nous montrer des *nuclei* trouvés par lui dans le même terrain et encore entourés des lames qui en avaient été détachées par la pression des terres ; la forme en est aussi régulière que si elle avait été fabriquée de main d'homme (2). De cette découverte si intéressante on peut conclure, avec M. le Mis de Nadaillac, « que nombre de pièces que nous attribuons à un travail intelligent ne sont que le résultat des forces de la nature ». On peut conclure aussi, et non moins rationnellement, que l'*Anthropopithecus Bourgeoisii*, l'*A. Ramesii* et l'*A. Riberii*, découverts par le génie de M. de Mortillet et adoptés d'enthousiasme par MM. Huxley, Hovelacque (3), Zaboronski (4) et autres savants de la même école et, vers la fin de sa carrière, par Darwin lui-même, n'ont d'existence que celle qu'a rêvée leur inventeur.

Le témoignage le plus sérieux qu'il nous ait été donné de recueillir sur cette question est de M. R. Hartmann, professeur à l'université de Berlin, dans un ouvrage très étudié, complet, écrit sans passion, sans hostilité apparente contre les croyances spiritualistes, avec un esprit

(1) Mis de Nadaillac, *loc. cit.*, p. 51.

(2) Ces pages étaient écrites et envoyées dès le mois de décembre dernier à la direction de la *Revue*, lorsque parut, dans la livraison de janvier, le très important article de M. Arcelin sur *l'Homme tertiaire*, dans lequel sont développées, avec toute l'ampleur qu'elles comportent, les considérations, dont nous ne faisons guère ici qu'indiquer le principe.

(3) Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, Lyon, 1873.

(4) *Les grands singes*, dans la BIBLIOTHÈQUE UTILE, Paris, Alcan. — *L'homme préhistorique*, ibid.

assez impartial, en un mot, bien que les tendances en soient, au fond, plutôt conformes à celles des naturalistes que nous combattons. — Aux yeux de cet anthropologiste, un abîme considérable existe entre les sauvages des races les plus dégradées et les singes, et cette séparation consiste en ce que « le genre humain est éducable et a su s'élever à la plus haute culture intellectuelle, tandis qu'on n'a jamais pu donner aux anthropoïdes les plus intelligents qu'une sorte d'éducation mécanique... Ils peuvent bien être dressés à devenir des sujets intéressants dans une ménagerie, mais non au point de devenir, comme nos animaux domestiques les plus ordinaires, des auxiliaires utiles » (1). Le même auteur constate un peu plus loin que les partisans même « les plus fanatiques » de la descendance acquièrent de plus en plus la conviction que « l'homme ne peut descendre d'aucune des espèces anthropoïdes actuellement vivantes »; que si « l'on peut bien constater une parenté corporelle entre l'homme et les singes anthropoïdes, il est impossible de prouver que les premiers descendent directement des derniers... Les grands singes ne ressemblent beaucoup à l'homme que dans le jeune âge; en vieillissant, ils perdent de plus en plus ce caractère... L'homme ne peut descendre, — cette opinion se répand de plus en plus aujourd'hui, — ni de l'un des singes fossiles découverts jusqu'à ce jour, ni d'aucun des singes actuels » (2). D'autre part Carl Vogt établit que « l'homme et le singe se développent, à partir de l'état embryonnaire et du premier âge, dans une direction divergente et même presque opposée, pour arriver au type définitif de leur genre... Les deux types descendraient plutôt d'une forme fondamentale commune qui, dans la constitution enfantine, est encore plus fortement exprimée, parce que le premier âge est moins éloigné

(1) *Les singes anthropoïdes et leur organisation comparée à celle de l'homme*, pp. 219 et 220. 1886, Paris, Alcan.

(2) *Ibid.*, pp. 223 et 224.

de cette forme » (1). Ceci revient à l'hypothèse de Hæckel et de M. de Mortillet, et l'on a vu plus haut quelle en est la valeur. Aussi l'auteur auquel nous avons emprunté la citation de Vogt qui précède ajoute-t-il fort loyalement : « Naturellement cet ancêtre supposé de notre espèce est encore parfaitement hypothétique, et toutes les tentatives faites jusqu'à présent pour nous en tracer une image, même approximative, ne sont que jeux d'imagination sans aucune signification » (2). Le même savant expose ailleurs que ce qu'il appelle les *Primarii* (famille qui comprendrait l'homme et les anthropomorphes à l'exclusion des autres simiens) « paraissent avoir eu un progéniteur commun *qui reste encore à découvrir et de la forme duquel nous n'avons même aucune idée* ».

M. Edmond Perrier, qui ne croit pas qu'on découvre jamais ce « progéniteur commun hypothétique de l'homme et des anthropoïdes », se demande à quoi, en supposant qu'un heureux hasard vienne à le mettre entre les mains des anthropologistes, à quoi l'on reconnaîtrait qu'il compte dans la généalogie de l'homme. Les anthropomorphes sont, anatomiquement, trop rapprochés de nous pour que cet ancêtre cherché ne revête pas la plupart des caractères anthropoïdes qui l'éloignent de ses prétendus descendants perfectionnés. Si bien qu'il sera toujours loisible « d'arguer de ses caractères simiens pour l'exclure de toute parenté avec nous... Il faudrait, pour lever tous les doutes, que l'ancêtre de l'homme eût fait preuve manifeste de raison avant d'avoir perdu ses caractères simiens ; or la forme humaine paraît s'être réalisée avant le suprême épanouissement intellectuel de notre espèce (?); de sorte que, au moment où l'homme se caractérise comme être raisonnable, il est déjà si loin de la bête, qu'il sera toujours possible de contester sa parenté » (3).

(1) Cité par R. Hartmann, *loc. cit.*
(2) R. Hartmann, *loc. cit.*
(3) Cf. *Le transformisme*, par Edmond Perrier, pp. 328 et 329. L'un des

L'auteur de ces sages observations, qui relèguent dans les limbes d'une hypothèse gratuite et indémontrable l'origine simienne de l'homme, est cependant un transformiste ardent, convaincu, d'ailleurs sincère et respectueux des convictions qu'il ne partage point. Professeur au muséum d'histoire naturelle de Paris, il est loin d'être le premier venu et tient à juste titre un rang élevé dans le monde de la science. Les idées qu'il expose sur le sujet qui nous occupe n'en ont que plus de poids. Vainement s'écrie-t-il dans les conclusions de son dernier ouvrage : « La vieille doctrine qui réserve l'intelligence à l'homme et ne laisse aux bêtes que l'instinct, est assurément bien morte aujourd'hui; les actes instinctifs des animaux nous apparaissent plus clairement chaque jour comme les opérations inconscientes d'une faculté qui ne diffère pas dans son essence de l'intelligence... » (1). On sent qu'il affirme bien haut, afin de se persuader à lui-même ce dont, au fond, il ne se sent pas très sûr. Et en effet, il ajoute aussitôt : « Mais comment a été franchi le pas qui sépare l'intelligence stationnaire, dit-on, des animaux, de l'intelligence si éminemment perfectible de l'homme? Comment notre intelligence a-t-elle été pénétrée par ce souci perpétuel des

arguments que l'on emploie volontiers en faveur de la parenté corporelle de l'homme avec les anthropomorphes, consiste à dire qu'il y a moins de différence du premier aux seconds que de ceux-ci aux lémuriens ou même aux singes inférieurs. Cette considération ne semble pas avoir grande valeur : il y a assurément plus de dissemblance entre un lévrier et un bouledogue qu'entre un dingo ou un chien de berger, par exemple, et un loup. Cependant chien de berger, bouledogue, dingo, lévrier, sont tous quatre, si différents soient-ils d'aspect, des races d'une même espèce : accouplés ensemble, ils seront indéfiniment féconds et donneront lieu à des croisements indéfinis. Le loup, au contraire, constitue, dans la famille des canidés, il est vrai, un genre bien tranché : la ressemblance que peuvent avoir avec lui certaines races de chiens n'empêche pas ces derniers d'être d'une autre espèce appartenant à un genre différent, en état d'hostilité naturelle et invincible avec les animaux du genre auquel appartient le loup. De même les ressemblances physiologiques existant entre l'homme et certains singes n'empêchent pas ces derniers d'être d'une autre famille animale, laquelle peut comprendre des genres et des espèces présentant une plus grande différence d'aspect avec lui.

(1) *Ibid.*, p. 339.

causes qui caractérise la *raison*, etc. ? » Et il termine par cet aveu qui d'ailleurs l'honore : « Sans abandonner des espérances que justifient les résultats acquis, sachons reconnaître que *nous sommes bien loin d'avoir trouvé le mot de toutes ces énigmes* » (1).

Si maintenant, après avoir écouté le langage des partisans de l'évolution, nous voulons entendre la voix de la science indépendante, de celle qui cherche la vérité pour elle-même, non en vue d'un système préalablement donné, rappelons-nous ce que nous avons dit plus haut d'un mémoire lu par M. le Mis de Nadaillac au Congrès scientifique des catholiques. Ce savant archéologue avait esquissé à grands traits les faits préhistoriques constatés sur toutes les plages du globe ; et de ces faits il résulte que partout, aussi bien dans les deux Amériques et en Océanie que dans le vieux monde, l'homme, nonobstant les variétés de race, se révèle avec le même type spécifique. Cependant les diverses espèces mammifères varient considérablement d'une région à une autre de notre sphéroïde ; comment se fait-il, si l'organisme humain provient de l'évolution par voie progressive des mammifères, qu'il offre partout la même forme générale ? Ne devrait-il pas fournir des différences typiques aussi variées que les autres mammifères ?

Sans accorder à cet argument négatif une valeur absolue, sans prétendre notamment que, à lui seul, il « renverse complètement l'hypothèse transformiste en ce qui regarde l'homme (2) », on ne peut méconnaître néanmoins qu'il ait son importance et que, réuni à ceux que nous avons indiqués précédemment, il ne fasse avec eux un faisceau contre lequel l'extension à l'organisme humain de la doctrine de l'évolution aura, croyons-nous, bien de la peine à prévaloir jamais.

(1) *Loc. cit.*
(2) *Études religieuses, loc. cit.*, p. 113.

VI

LES OBJECTIONS NON RÉFUTÉES.

Quand on peut établir qu'une hypothèse scientifique est aussi gratuite, aussi indémontrable, aussi mal corroborée par les faits que celle dont nous venons de nous occuper, on nous accordera peut-être qu'il y a quelque générosité à ne pas la repousser d'une manière absolue, et à la concéder à nos adversaires comme à la rigueur possible et non entièrement inacceptable. Nous croyons cependant que cette concession doit être faite, si, comme il le semble, elle n'est point contredite par le texte de l'Écriture sainte, qui n'attribue formellement un acte créateur direct et spécial, en ce qui concerne l'homme, que relativement à son âme faite à l'image de Dieu, et qui, en ce qui concerne son corps organisé, c'est-à-dire sa partie animale, parle non d'une *création* proprement dite, mais seulement d'une formation : FORMAVIT *hominem de limo terræ* (ou *pulverem de terra)*. Nous croyons, disons-nous, que cette concession doit être faite, parce qu'il est bon de ne pas laisser entre les mains de l'ennemi l'arme astucieuse qu'il emploie contre nous, et de montrer au contraire à tous les yeux qu'elle est trop vaine pour nous atteindre. D'autant plus à l'aise sommes-nous ensuite pour insister sur le peu de fondement ou l'inanité scientifique de l'hypothèse : car on ne saurait nous reprocher de le faire dans des vues intéressées.

Et s'il arrivait, par impossible, qu'une théorie ainsi hypothétiquement acceptée vînt à rencontrer dans les progrès ultérieurs de la science quelque élément imprévu de possibilité ou de probabilité, quelque fait nouveau qui l'appuyât en partie ou qui renversât une objection jusqu'alors irréfutée, nous conservons, grâce à cette acceptation théorique, une aisance parfaite. C'est dans cet esprit que l'auteur de la présente étude a pu, au chapitre IV, indiquer

quelques-unes des considérations que les paléontologistes sont fondés à invoquer en faveur de l'évolution par rapport aux plantes et aux animaux dans les temps géologiques. Ce sera également sous le bénéfice de cette attitude que nous pouvons rappeler, comme l'impartialité nous y oblige d'ailleurs, les graves objections, toujours debout, auxquelles se heurtent les théories transformistes, même en dehors de la question de l'origine de l'homme.

Il y a, comme on l'a fait remarquer précédemment, deux choses à considérer dans la doctrine du transformisme ou de l'évolution : la doctrine en elle-même, c'est-à-dire le principe de la formation des espèces par dérivation les unes des autres, et les prétendus faits et lois par lesquels on a cherché à trouver des explications à cette descendance supposée. De ces dernières, les plus spécieuses et les plus séduisantes, tant par elles-mêmes que par les conséquences plus ou moins légitimes que l'on entrevoyait la possibilité d'en tirer, ont été celles de Darwin : ce sont elles, on l'a vu, qui ont fait la vogue et la fortune du système.

Avant lui, Lamarck expliquait les transformations qui faisaient d'une forme inférieure dériver une forme plus élevée, par l'action qu'exerçaient sur des types semblables des milieux différents : la nécessité ou l'habitude dans laquelle se trouvaient les mêmes animaux de faire usage avec une activité exagérée de tel ou tel organe, suivant les cas, avait pour effet de développer cet organe dans des proportions jusque là inusitées. Le cou de la girafe est très allongé à cause des efforts qu'elle fait sans cesse pour brouter le feuillage des arbres de haute venue; de même le cygne, cherchant sa proie sous l'eau, a vu son cou s'étendre en longueur et s'assouplir; la forme allongée du serpent, ainsi que sa peau écailleuse, lui viennent de la nécessité et de l'habitude de s'insinuer en rampant à travers d'étroites ouvertures. C'est pareillement par l'influence du besoin, du désir, de l'effort habituel pour palper

les objets, que les limaces arrivent peu à peu à voir naître puis se développer des tentacules sur leur tête. A l'inverse, les organes qui ne trouvent plus d'emploi s'atrophient par le défaut d'exercice. « Le développement et la force d'action des organes sont constamment en raison de l'emploi de ces organes... Le défaut d'emploi d'un organe, *devenu constant par les habitudes prises*, l'appauvrit graduellement et finit par le faire disparaître et même l'anéantir (1). »

A peu près contemporain de Lamarck, quoique plus jeune d'une trentaine d'années, et comme lui partisan de la mutabilité des espèces, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire admet comme lui l'action des conditions extérieures, mais d'une manière différente. Pour lui, tels organes ne sont pas destinés à telles fonctions ; ils n'ont pas été créés en vue de permettre à l'animal qui les possède de vivre dans un milieu qui lui est préalablement destiné ; mais au contraire il les possède ainsi parce que le milieu dans lequel il vit ne leur permet pas d'exister différemment. Geoffroy Saint-Hilaire admet des variations brusques lorsque le milieu change, lesquelles sont subies passivement par les individus pendant la période embryonnaire.

Lamarck et Geoffroy Saint-Hilaire sont tous deux transformistes ; mais ils expliquent d'une façon bien différente la manière dont s'opérerait la transformation des organismes. Darwin, plus récemment, a réuni en un corps de doctrine et généralisé les idées, plus ou moins modifiées par lui, de ses devanciers, en imaginant, pour en rendre compte, des explications rajeunies ou entièrement nouvelles. Elles reposent sur deux bases essentielles, comme il a été indiqué plus haut : 1° la *sélection naturelle*, et 2° la *lutte pour l'existence*. Par la première, la nature, agissant comme une force intelligente, favoriserait la conservation des formes les plus avantageuses,

(1) Lamarck, *Philosophie zoologique*, t. I, p. 240, cité par Mathias Duval, *loc. cit.*, p. 125.

par le choix mutuel, lors des accouplements entre les sexes, des individus les mieux doués et les plus aptes à soutenir la seconde. A ces deux facteurs principaux, il ajoute la *variabilité des formes organiques* sous l'influence des conditions de milieu; la *fixation par l'hérédité des variétés accidentelles;* le *développement corrélatif des organes.* Des laps de temps aussi immenses qu'on peut les désirer pour arriver à fixer de nouveaux types à la suite de longues séries de générations, complètent l'ensemble des causes ou explications fournies par Darwin et dont le développement constitue à proprement parler sa doctrine. Appliquons ces données à un exemple. Le cygne n'aurait acquis le cou long, flexible et onduleux que nous lui connaissons qu'après une longue série de générations. Par suite de circonstances quelconques, une bande de cygnes, prenant ses ébats sur un lac ou un étang, n'arrivait pas toujours, en plongeant sous l'eau, à y atteindre une profondeur suffisante pour happer sa nourriture : seuls y pouvaient parvenir les individus dont le cou se trouvait par hasard dépasser un peu la longueur de celui de leurs pareils. Ces sujets mieux partagés se recherchaient entre sexes différents et procréaient des jeunes semblables à eux, tandis que les autres s'éteignaient peu à peu. Le même phénomène se renouvelant pendant une très longue suite de générations, les cygnes ont fini par posséder le cou que nous leur voyons aujourd'hui. Ce n'est pas tout : un organe quelconque ne se modifie pas d'une manière importante sans que les autres n'en reçoivent comme le contre-coup ; en sorte que, à mesure que, de génération en génération, s'allongeait graduellement le cou de notre oiseau, graduellement aussi se modifiait corrélativement le surplus de son organisme; et ainsi s'est constitué, par la suite des âges, le type ou l'espèce cygne.

On voit, dans cet exemple, l'effet de la *sélection naturelle* par la recherche mutuelle, entre les deux sexes, des sujets ayant sur les autres l'avantage d'un cou un peu

plus long ; de la *lutte pour la vie* dans l'absorption de la nourriture par les mieux favorisés aux dépens de ceux qui le sont moins ; de la *variabilité* des formes organiques, par l'allongement du cou de nos palmipèdes sous l'action d'une série d'efforts prolongés de tension de cet organe ; de la *fixation par l'hérédité* des avantages ainsi obtenus ; enfin de la *corrélation* dans le développement des organes (1). On peut ajouter encore à ces différentes causes l'*hybridité*, par l'effet du rapprochement sexuel entre espèces différentes.

On comprend que l'on puisse appliquer cette théorie à tous les cas possibles et en déduire, de proche en proche, la formation de types organisés en aussi grand nombre que l'on voudra. Et c'est en cela que réside le côté spécieux et séduisant du système darwiniste proprement dit ; car aucune des variétés de la théorie transformiste n'a été mieux liée, plus savamment combinée, appuyée sur les faits mieux observés et plus habilement groupés. On peut même dire que Darwin a contribué par là aux progrès de l'histoire naturelle, en déterminant les causes qui produisent les variétés et les races au sein des espèces organiques (2) ; partant le transformisme n'aura pas été, au moins à cet égard, une théorie « inutile ». Mais l'un des défauts de la doctrine est précisément d'étendre arbitrairement à l'origine des espèces ce qui n'est certain et démontré que pour l'origine des races et des variétés.

C'est même là une de ces objections irréfutées auxquelles nous avons plus d'une fois fait allusion. « J'ai souvent déclaré autour de moi, dit M. Émile Blanchard, que si un investigateur parvenait à faire la démonstration scientifique d'une certaine transformation chez quelques repré-

(1) L'exposé de ces vues de Lamarck, de Geoffroy Saint-Hilaire et de Darwin est donné sommairement, mais avec beaucoup de clarté, pp. 9, 10, 418 et suiv. du beau cours de *Zoologie* de M. le Dr Maisonneuve. 1888, Paris, Palmé.

(2) Cf. Quatrefages, *Note sur Darwin*, cité par F. Vigouroux, dans *Les livres saints*, t. II, p. 595.

sentants d'un groupe du règne animal, je me tenais à sa disposition pour présenter ce résultat à l'Académie des sciences, pour affirmer, pour proclamer le triomphe de l'auteur. » Il ne paraît pas qu'il ait été jusqu'ici répondu à cet appel. Il y a longtemps cependant que ce défi a été porté par le savant membre de l'Institut : personne ne l'a relevé. Aujourd'hui il reproduit sa proposition, et il le fait sincèrement, sans hostilité dissimulée, sans prévention d'aucune sorte contre la théorie transformiste, ne la combattant que parce qu'il ne la voit appuyée d'aucune preuve sérieuse et véritable. « Plus que jamais, ajoute-t-il, je renouvelle mon appel, je déclare ma bonne volonté, assurant que je ne souffrirais en aucune façon de me trouver vaincu. Ayant pour me consoler la perspective d'un progrès scientifique dont l'importance serait immense, c'est de toutes les forces de mon âme que je jette cette parole à tous les amis des sciences naturelles : *Montrez-nous une fois l'exemple de la transformation d'une espèce !* (1) »

A une objection aussi péremptoire, les adeptes des idées de Darwin n'ont trouvé d'autre réponse que celle-ci : la moindre modification vraiment spécifique exige des durées hors de proportion avec la vie humaine ; trop peu de temps s'est écoulé depuis la publication des écrits de Darwin pour que cette constatation ait pu être faite. On pourrait se contenter de répliquer qu'une telle réponse ne résout rien ; elle constate seulement que la transformation des espèces est une conjecture qui échappe à toute vérification, au moins avant qu'il se soit écoulé plusieurs siècles ; et cela réduit singulièrement déjà la valeur de l'affirmation. Mais cette preuve que les darwinistes n'ont pas eu le temps de faire, leurs adversaires la font aisément en sens inverse. Sous leur main, les faits abondent. Les fouilles de Pompéi et d'Herculanum ont mis au jour,

(1) *La vie des êtres animés.* Préface.

ici des collections de coquillages, là des amandes, des châtaignes, des noix, des caroubes (1). C'est en l'an 79 de notre ère que ces deux villes romaines ont été enfouies sous les cendres vomies par le Vésuve, et c'est conséquemment de cette époque que datent ces objets : ces fruits et coquillages de toute espèce sont absolument pareils à leurs similaires de nos jours ; ces derniers n'ont donc subi aucune modification dans les formes de leurs devanciers d'il y a dix-huit siècles. Les descriptions faites par Aristote de divers animaux de la Grèce et de l'Asie s'appliquent rigoureusement aux individus qui représentent de nos jours les espèces qu'il décrivait ; or Aristote a vécu de 384 à 322 avant J. C. : 22 siècles nous séparent donc de lui. Mieux encore, les animaux, les plantes, les graines enfouies dans les hypogées d'Égypte, sont exactement semblables à ce qui existe aujourd'hui sur les bords du Nil (2). M. Albert Gaudry qui, pour ne pas admettre toutes les explications de Darwin, n'en est pas moins un transformiste très convaincu, rappelle que Louis Agassiz a constaté la ressemblance parfaite, aux récifs du golfe du Mexique, de polypiers fossiles dont il évalue l'âge à 70 000 ans, avec les polypiers vivants des mêmes parages (3).

Bien que Cuvier ait été un énergique adversaire des idées transformistes, représentées de son temps par Lamarck et Geoffroy Saint-Hilaire, le témoignage de ce grand naturaliste n'en a pas moins sa valeur. Il déclare que, ayant examiné avec le plus grand soin les dessins d'animaux gravés sur les obélisques égyptiens, il a constaté, pour l'ensemble, leur ressemblance parfaite avec les

(1) La caroube est le fruit d'un petit arbre des régions méditerranéennes, le caroubier *(Ceratonia siliqua*, Lin.), qui croît sur les rochers, aux environs de Nice et de Menton, en Algérie, en Corse, en Italie. C'est une gousse allongée, pendante, flexueuse, à pulpe épaisse et sucrée, nutritive et rafraîchissante. Chaque gousse contient de 12 à 16 graines de forme ovoïde-comprimée. (Cf. A. Mathieu, *Flore forestière.)*

(2) F. Vigouroux, *loc. cit.*, p. 619. — Alb. Gaudry, *Fossiles primaires*, p. 32.

(3) *Ibid.*

animaux d'aujourd'hui. « On y distingue aisément l'ibis, le vautour, la chouette, le faucon, l'oie d'Égypte, le vanneau, le râle de terre, la vipère haje ou l'aspic, le céraste, le lièvre d'Égypte avec ses longues oreilles, l'hippopotame même... Mon savant collègue M. Geoffroy Saint-Hilaire a recueilli, dans les temples de la Haute et Basse-Égypte, le plus qu'il a pu de momies d'animaux. Il a rapporté des chats, des ibis, des oiseaux de proie, des chiens, des singes, des crocodiles, une tête de bœuf, embaumés ; et l'on n'aperçoit pas plus de différence entre ces êtres et ceux que nous voyons, qu'entre les momies humaines et les squelettes d'hommes d'aujourd'hui (1). »

On pourrait multiplier les témoignages de cette nature, desquels il résulte que, quelle que soit l'antiquité à laquelle on remonte, on ne trouve aucune différence spécifique avec les types organiques actuels. Quant aux faits de modifications accidentelles que l'on peut citer de loin en loin, celles-ci ne se transmettent pas toujours aux descendants ; et quand cette transmission a lieu, l'on ne nous dit pas pendant combien de générations elle persiste.

Donc déjà l'école darwiniste ne peut produire aucun fait probant de modification persistante dans les types spécifiques. Ainsi pèche par la base la prétendue loi de la *variabilité* des espèces, tout au moins au point de vue des phénomènes contemporains de l'existence de l'homme.

Les variations obtenues sont toujours restées renfermées dans les limites de l'espèce et n'ont jamais constitué que des variétés et des races. Celles qui ont pu être réellement établies par des croisements entre espèces différentes proviennent toutes de l'action suivie, attentive, permanente de l'homme. L'hybridité dans la nature n'est

(1) Cuvier, *Discours sur les révolutions de la surface du globe*, au paragraphe intitulé en marge : " Les espèces perdues ne sont pas des variétés des espèces vivantes ", pp. 130 à 132. Édition de 1830; Paris, chez Edmond d'Ocagne.

qu'un fait anormal, exceptionnel, et dont les effets ne sont jamais durables ; quand encore ces effets ont lieu, les accouplements entre espèces différentes étant le plus souvent inféconds.

L'important travail que M. Suchetet a publié ici même sur cette question (1) en fournit la preuve : il en résulte, en effet, que l'on n'a pu constater, d'ailleurs en très petit nombre, de rapprochements certains opérés spontanément entre espèces différentes, que dans l'embranchement des Articulés et, parmi les Vertébrés, dans la classe des Reptiles. Très rarement fécondes, ces unions n'ont jamais donné des produits eux-mêmes indéfiniment féconds sous la forme hybride : s'ils n'étaient point stériles, leurs descendants retournaient à l'un des types primitifs. On relève bien un certain nombre d'hybrides parmi les Poissons et les Oiseaux, mais la plupart sont douteux. Parmi les Mammifères, on ne constate jamais de croisement entre espèces différentes d'animaux non domestiques à l'état libre. Entre espèces très voisines, il faut l'intervention assidue de l'homme pour l'obtenir. Finalement M. Suchetet arrive très légitimement à cette conclusion, que « l'hybridation ne modifie pas l'espèce, et que l'on ne peut guère admettre qu'elle ait joué un rôle sérieux dans l'évolution des êtres ».

Il suit de là que les variétés de *races* résultant du *métissage* ne sauraient arriver à constituer de nouveaux types *spécifiques*. La plupart des races très tranchées (constituées en vue de buts déterminés) résultent du choix intelligent par l'homme de reproducteurs appropriés, et cela pendant de longues suites de générations, toujours sous sa direction et sa surveillance ; si cette direction s'atténue, si cette surveillance devient moins attentive et disparaît, il arrive invariablement que les individus, étant alors abandonnés à eux-mêmes, perdent peu à peu, dans leurs

(1) Revue des questions scientifiques, juillet 1888 : *L'hybridité dans la nature.*

descendants, leurs caractères spéciaux. « On a cherché, dit M. le Mis de Nadaillac, à améliorer des races bovines et chevalines qui vivent en liberté dans les pampas de l'Amérique du Sud ou dans les steppes de la Russie, en lâchant, au milieu de leurs troupeaux, de robustes taureaux de l'Andalousie ou de vigoureux étalons anglais: l'essai, renouvelé à plusieurs reprises, est resté constamment infructueux (1). »

Il en va un peu différemment, il est vrai, dans le règne végétal. Le Pin sylvestre, par exemple, offre un grand nombre de races et de variétés qui ne sont pas du fait de l'homme, depuis le Pin de Riga à la verdure bleue, à la tige élancée et droite, aux branches dressées, jusqu'au Pin de Briançon, étalé, diffus, traînant, rabougri.

Ici, ce sont les influences naturelles qui agissent seules; mais feu M. de Vilmorin, membre de l'Institut, a constaté, par des expériences faites dans son domaine des Barres (Loiret) que, semés ensemble dans des conditions moyennes, ces types extrêmes tendent à revenir au type commun ou sylvestre. Un grand nombre d'espèces végétales offrent des particularités analogues, variant leurs formes suivant les différentes conditions de végétation où elles se trouvent, soit par l'effet de causes naturelles, soit par la volonté et les soins de l'homme. « A ce propos, disent MM. Vilmorin-Andrieux et Cie, marchands grainiers, dans la préface de leur ouvrage *Les plantes potagères,* il nous sera permis de faire la réflexion que la fixité de l'espèce botanique est bien remarquable et bien digne d'attention, si on l'envisage seulement dans la période de temps que nos investigations peuvent embrasser avec quelque certitude. Nous voyons en effet des espèces soumises à la culture dès avant les temps historiques, exposées à toutes les influences modificatrices qui accompagnent les semis sans cesse répétés, le transport

(1) *L'origine et le développement de la vie sur le globe,* p. 61.

d'un pays à un autre, les changements les plus marqués dans la nature des milieux qu'elles traversent; ces espèces conservent néanmoins leur existence bien distincte, et, tout en présentant perpétuellement des variations nouvelles, ne dépassent jamais les limites qui les séparent des espèces voisines (1). »

Or ces auteurs, savants et naturalistes en même temps que commerçants, se livrent constamment, sur les plantes de culture ou sauvages, aux expériences les plus variées. Nous citerons celles qui concernent une plante herbacée croissant naturellement dans les bois, *Anthriscus sylvestris* (Lin.), de la famille des Ombellifères. Après une dizaine d'années de semis répétés et de sélection méthodique de cette plante, ils ont obtenu, en forte proportion, des sujets dont la racine était complètement transformée : au lieu d'un faisceau de racines menues, filiformes, très divisées, à l'état de *chevelu* en un mot, chaque sujet présentait une grosse racine simple, charnue, fusiforme, d'aspect régulier. C'est ainsi qu'on obtient les variétés et les races : il y faut des années de soins incessants, de sélection *méthodique*. Mais que l'on abandonne à lui-même un nouveau type ainsi réalisé, à la troisième génération au plus il aura disparu, remplacé par le type originaire.

La prétendue *sélection naturelle* est donc, aussi bien pour le règne végétal que pour le règne animal, entièrement en dehors des faits observés et observables. Elle peut être assurément une hypothèse très ingénieuse; mais elle est purement gratuite et ne saurait suffire à commander la conviction.

La *lutte pour la vie*, pour l'existence *(struggle for life)*, ou la *concurrence vitale*, disent les darwinistes, remplace dans la nature pour la sélection naturelle l'intervention de l'homme pour la sélection méthodique artificielle. Mais ceci encore est une assertion dépourvue de preuves. Sans

(1) Il a été rendu compte de l'ouvrage dont est extrait ce passage, ici même, dans la livraison de juillet 1884, t. XVI, pp. 254 et suiv.

doute la concurrence vitale, la lutte pour la vie existent dans la nature : les animaux carnassiers mangent les animaux plus faibles qu'eux, et ceux-ci s'efforcent de leur échapper par ruse ou par agilité. Les herbivores vivent aux dépens des plantes, et celles-ci, quand elles croissent trop rapprochées, s'étouffent les unes les autres, les plus vigoureuses s'élevant au-dessus des moins bien venues et les dominant de manière à accaparer à leur seul profit les effluves lumineux et aériens, dont la privation fait dépérir les plus faibles. Mais ce phénomène, que l'on peut vérifier incessamment, n'amène pas les résultats que nous décrit l'école darwiniste. Ce qui périt dans cette lutte, ce sont les individus, non les espèces; et de ce que les individus les plus forts n'ont été ni dévorés ni étouffés, il n'en résulte pas qu'ils transmettent à leurs descendants des aptitudes et des caractères nouveaux. On n'a jamais constaté, parmi les animaux ou les plantes sauvages les mieux doués pour le *struggle for life*, qu'il en soit résulté des modifications tendant à l'amélioration organique de leur espèce; on n'a pas observé davantage que les types moins bien dotés aient diminué ou disparu. Ce sont au contraire ces derniers, dit le Mis de Nadaillac, « qui montrent le plus de résistance, la vitalité la plus énergique » (1), tandis que, dans les temps paléontologiques, les grosses espèces ont disparu bien plus fréquemment et rapidement que les petites. M. Edmond Perrier, l'un des champions les plus sincères du transformisme, en fait l'aveu. « Les gigantesques *Pterygotus* ont disparu, observe-t-il, tandis que les insectes pullulent. Les énormes *Orthocères*, les puissants *Ancyloceras* sont anéantis, tandis que les Poulpes subsistent. Les *Altantosaurus*, les *Iguanodon*, aux proportions colossales, ont laissé la place aux Oiseaux et aux Mammifères de bien plus modestes dimensions; et, parmi ces derniers, on voit d'abord s'éteindre les géants. . (2). »

(1) *La vie sur le globe*, p. 64.
(2) *Le transformisme*, p. 330.

M. Albert Gaudry, d'autre part, conteste explicitement les effets de la concurrence vitale : « Il y a eu de grandes inégalités dans le développement des êtres des temps anciens. Ces inégalités ne confirment pas l'idée d'une lutte pour la vie, dans laquelle la victoire serait restée aux plus forts, aux mieux doués. La paléontologie nous montre que le contraire a pu avoir lieu » (1).

On met encore en avant un argument qui peut être spécieux au premier abord, mais qui ne résiste pas à un examen approfondi. C'est l'argument *embryologique*, tiré des caractères communs au règne animal à peu près tout entier durant la période embryonnaire ; le fœtus humain lui-même, au moins à sa première période, ne différerait pas de celui des animaux. Ce n'est que vers la septième semaine que les caractères distinctifs commenceraient à se montrer nettement. Hæckel, dans son *Anthropogénie*, donne une planche représentant des embryons de tortue, de poulet, de chien et d'enfant, d'abord à l'âge de 4 semaines, ensuite de 6 à 8 semaines. Au premier âge, ces quatre embryons paraissent identiques ; au second, l'on commence à distinguer leurs principaux caractères spécifiques, mais la différence entre le fœtus du chien et l'embryon humain est encore insensible. Sur la publication de ces gravures, il fut mené grand vacarme; on croyait en tirer une preuve accablante, sans réplique. Cependant l'on ne tarda pas à s'apercevoir d'un détail très grave. Hæckel avait altéré, suivant les besoins de la cause, les dessins dont il était censé publier une reproduction sincère et authentique.

Ce petit bout d'oreille échappé par malheur,
Découvrant la fourbe et l'erreur,

ne rendit pas à la cause du *monisme* le service que son inventeur en avait espéré. De plus, l'autorité de ce savant

(1) *Fossiles primaires*, p. 298.

en fut gravement compromise. Mais, même en acceptant pour vraies les similitudes proposées par Hæckel, est-on en droit d'en conclure, avec les partisans de la théorie transformiste outrée, que tous les types animaux, l'homme compris, descendent les uns des autres? Pour qu'elles eussent quelque valeur à ce point de vue, il faudrait, dirons-nous avec le Mis de Nadaillac, que l'embryon pût devenir indifféremment homme ou singe, chien ou lapin. « Comme cela n'est pas, il faut donc admettre que, dès le début, l'embryon, la cellule elle-même, première forme de l'embryon, possèdent des aptitudes que la science est impuissante à reconnaître, qui échappent, qui échapperont probablement toujours au scalpel et au microscope (1). »

M. Edmond Perrier, qui, dans son évolutionnisme, est toujours loyal et sincère, conteste absolument que l'embryogénie humaine, — comme le prétendent les adeptes de Hæckel, et comme Serres l'avait pensé avant lui, — résume celle du règne animal tout entier et puisse constituer, en elle-même, une anatomie comparée complète. « A aucune phase de son développement un embryon humain n'est un véritable poisson; il n'est pas davantage reptile ou oiseau à une phase plus avancée. Voilà ce qui est objecté par tous les embryogénistes à la théorie de Serres, et ce qui fera tomber dans le discrédit son anatomie transcendante (2). »

Le même savant, résumant dans un autre ouvrage quelques-unes des difficultés auxquelles se heurte la théorie qui lui est chère, se livre à des aveux utiles à enregistrer à un point de vue plus général. Il constate que le biologiste n'a pas entre les mains les moyens de fournir une démonstration décisive de « l'hypothèse fondamentale du transformisme scientifique », c'est-à-dire de l'enchaînement des formes vivantes « de telle façon que

(1) *Loc. cit.*, p. 56.
(2) *Philosoph. zoolog. av. Darwin*, p. 261.

les plus simples nous fournissent l'explication des plus élevées(1) ». Car, si graduel que paraisse le passage d'une forme à une autre, « ce passage n'a jamais été obtenu par l'expérience, *ni observé dans la nature* » (2). Il reconnaît que, quand on entre dans le détail du groupement des espèces, il se manifeste de telles lacunes paléontologiques « que toutes les objections sont possibles » (3). Enfin il avoue que toutes ces incertitudes s'accroissent encore quand, au lieu de chercher à expliquer la succession des formes vivantes, « nous cherchons à expliquer l'avènement de la raison humaine » (4).

C'est que, en effet, l'avènement de la raison humaine n'est plus du domaine du naturaliste : il ressort d'un autre département du royaume de la science, le département de la philosophie, aux confins duquel sont tracées les limites de toutes les autres sciences. La grande erreur des écoles naturalistes de nos jours est de méconnaître cette hiérarchie intellectuelle.

VII

HOMMES DE SCIENCE, HOMMES DE FOI, ET HOMMES DE L'UNE ET L'AUTRE.

Dans le chapitre précédent, nous avons voulu simplement exposer, en rapporteur impartial, les graves objections auxquelles se heurtent les hypothèses évolutionnistes, plutôt que soutenir ces objections en les appuyant des démonstrations détaillées qu'elles comportent. C'est moins, en effet, avec les transformistes que nous discutons ici qu'avec les anti-transformistes systématiques et absolus ;

(1) *Le transformisme*, p. 333.
(2) *Loc. cit.*, p. 335.
(3) *Ibid.*, p. 337.
(4) *Ibid.*, p. 339.

et ce qui a été dit de ces objections suffit pour montrer que nous ne méconnaissons ni ne cherchons à en atténuer le nombre, l'importance et l'étendue. Si nous nous élevons contre ces opposants *à priori*, ce n'est pas, nous tenons à insister sur ce point, en vue d'apporter un concours indirect à la théorie de l'évolution, que nous n'avons ni à attaquer ni à défendre. Notre but est surtout de revendiquer, dans une question libre, les droits de la discussion libre. Certains esprits sont par trop enclins à s'armer du feu de l'indignation pour repousser, d'emblée et sans plus d'examen, toute innovation scientifique ou exégétique qui contrarie leurs habitudes, ou leur paraît de nature à froisser en eux des sentiments souvent plus respectables que raisonnés. Volontiers ils taxeraient de témérité, au besoin d'hérésie formelle, les auteurs de ces innovations ou leurs simples adhérents, et attireraient même sur eux les anathèmes de l'Église, si celle-ci, infiniment plus patiente, plus réservée et surtout plus prudente, ne laissait, avec une longanimité parfaite, les discussions scientifiques suivre leur cours, s'abstenant, en sa souveraine sagesse, de faire intervenir le dogme et la foi dans des questions qui ne les touchent pas nécessairement.

Cette disposition d'esprit à laquelle nous faisons allusion part évidemment d'une ardeur des plus louables quant aux intentions qui la nourrit, mais qui pourrait bien être plus zélée qu'éclairée. Peut-être ne se rend-on pas compte que ces oppositions préconçues, ces indignations violentes peuvent être aisément prises au dehors pour une sorte d'aveu implicite d'impuissance, tout au moins pour une certaine défiance de la solidité de la cause que l'on veut soutenir, et que nous croyons, nous, défendre plus efficacement par une attitude opposée.

Bien mieux inspiré était le regretté et savant abbé Bourgeois, qui, pensant avoir découvert parmi les silex tertiaires de Thenay les traces du travail d'un être intelligent, n'hésitait pas à admettre l'existence de l'homme

dès cette époque reculée des âges géologiques. Beaucoup s'effrayaient de cette hardiesse; la chronologie de la Bible leur semblait en péril, et la véracité du Livre saint avec elle. Non moins orthodoxe que ces esprits timorés, l'abbé Bourgeois conservait une quiétude et un calme parfaits. « Que craignez-vous? leur disait-il en substance. L'Écriture sainte nous donne la vérité révélée; par les découvertes de la science, nous arrivons peu à peu à la possession de la vérité démontrée. Vérité démontrée et vérité révélée, ce sont toujours des vérités; elles ne peuvent donc se contredire. Qu'importent des obscurités, des contradictions apparentes même, du fait d'une découverte nouvelle? Si je me trompe, mon erreur se constatera un jour; si je ne me trompe pas, de nouveaux progrès des connaissances feront disparaître obscurités et contradictions : d'une manière ou de l'autre, le triomphe de la sainte Écriture est assuré. »

C'est le premier terme de cette alternative qui semble s'être réalisé. L'événement a prouvé que le bon abbé Bourgeois avait cru taillés de main d'homme des silex éclatés sous la seule action des forces de la nature. Mais son attitude résolue n'implique-t-elle pas une foi ferme, inébranlable, que ne trouble aucune innovation scientifique consciencieuse, en vertu de cette certitude, que, quels que soient les méandres et les détours des sentiers de la science, ils ne peuvent jamais, tant qu'on ne les détourne pas vers des destinations étrangères, conduire ailleurs qu'au terrain de la vérité.

L'auteur de ces lignes est loin, au reste, d'être seul à penser comme le digne abbé Bourgeois, et il lui est doux de pouvoir s'appuyer sur d'importantes autorités. Il a été fait allusion, plus haut, à un ouvrage entièrement favorable au transformisme spiritualiste, ouvrage dû à un prêtre, à un religieux versé dans l'étude des sciences naturelles, le R. P. Leroy, dominicain (1). Non seulement

(1) Cet ouvrage est intitulé : *L'Évolution des espèces organiques.* Nous n'en

l'auteur y considère le transformisme, maintenu dans ses limites logiques et légitimes, comme une théorie qui n'a rien de contraire ni à la foi, ni à l'Écriture sainte, ni à la tradition, mais encore il prend énergiquement fait et cause pour elle, la soutenant par des arguments et des faits d'une incontestable valeur, aussi bien dans l'ordre des sciences proprement dites que dans l'ordre philosophique. Le volume est précédé d'une lettre du très savant et très catholique professeur de géologie aux facultés libres de Paris, M. de Lapparent, qui s'exprime ainsi à la date du 9 février 1886 :

« Mon Révérend Père, j'ai lu le travail que vous avez bien voulu me communiquer. Non seulement, en ce qui concerne les arguments géologiques, je n'y ai absolument rien vu à reprendre, mais l'ensemble de votre thèse répond tout à fait aux vues que m'a suggérées le maniement de ma collection paléontologique. *J'ai toujours pensé qu'on avait tort de prendre, vis-à-vis de l'évolution, une attitude irrévocablement agressive.* Pour ma part, je ne pourrais qu'applaudir à la publication, faite par un religieux, d'un travail fait en sens contraire. *Il y a des idées auxquelles il faut qu'on s'accoutume,* PARCE QU'IL SEMBLE QUE L'AVENIR LEUR APPARTIENNE. Prendre position dans ce sens, au nom d'un groupe de personnes dont l'orthodoxie ne saurait être suspectée, c'est, à mon sens, rendre service et faire acte de sage prévoyance (1). »

Nous avons souligné, dans cette lettre, les passages les plus significatifs dans le sens de la thèse que la présente étude a pour but de soutenir. Nous ne saurions guère l'étayer d'un plus précieux témoignage. Toutefois, l'on

avons eu connaissance que lorsque le présent travail approchait déjà de sa fin : l'ayant connu plus tôt, nous lui aurions fait plus d'un emprunt, bien que ne pouvant, jusqu'à plus ample informé, adopter toutes les conclusions de l'auteur.

(1) Lettre de M. de Lapparent, prof. de géol. à l'Inst. cathol. de Paris, publiée en tête de *L'Évolution des espèces organiques,* par le P. M. D. Leroy, des Frères prêcheurs.

pourrait nous objecter que, si bon catholique soit-il, l'auteur de cette lettre n'en est pas moins un laïque, dont la compétence en matière théologique pourrait être contestée. Mais nous avons mieux encore. Le R. P. Monsabré, maître en théologie, et qui tient si dignement, dans la chaire de Notre-Dame de Paris, la place qu'ont à jamais illustrée les Ravignan et les Lacordaire, n'est pas moins explicite dans l'approbation qu'il donne au Père Leroy. Voici en quels termes, quatre mois plus tard, il l'approuvait et l'encourageait :

« Mon révérend et cher Père, j'ai lu votre travail sur l'*Évolution des espèces*, et je pense, comme M. de Lapparent, qu'il sera utile de le publier. Il y a, je le sais, des esprits que cette théorie effarouche; cela vient ou de ce qu'elle heurte violemment certains partis pris scientifiques dont on a peine à faire le sacrifice, ou de ce qu'on s'imagine, à tort, qu'on ne peut être évolutionniste sans verser fatalement dans le matérialisme. »

L'auteur de la lettre continue en faisant ressortir les avantages de la théorie de l'évolution qui, « bien loin de compromettre la croyance orthodoxe de l'action créatrice de Dieu, réduit cette action à un petit nombre d'actes transcendants, plus conformes à l'unité du plan divin et à l'infinie sagesse de l'Être tout-puissant qui sait user avec ordre des causes secondes pour arriver à ses fins ». Nous sommes loin, on le voit, des imputations de « fictions répugnantes », et des réclamations « au nom des Livres saints, de la tradition catholique, du sens chrétien, sans parler de la saine philosophie » (1). Il semble même que, en matière de saine philosophie, les fils de saint Thomas d'Aquin ne fassent point trop mauvaise figure. Quoi qu'il en soit, le R. P. Monsabré accentue son approbation : « Le texte de nos Livres saints, ajoute-t-il, ne souffre point de vos démonstrations; il y a même telles paroles significatives

(1) *Études religieuses*, mai 1888, pp. 106 et 107.

du récit biblique qui les justifient. On peut n'être pas de votre opinion, puisqu'il s'agit d'une simple opinion, *mais je ne vois pas en quoi on pourrait accuser votre orthodoxie...* Quels que soient les progrès de la science, ils n'effaceront jamais des premières pages de la Bible ces deux vérités : la création tout entière est le fait de Dieu ; il y a dans cette création des actes transcendants qu'on ne peut attribuer qu'à l'intervention immédiate et effective d'une puissance infinie » (1).

Enfin ces deux adhésions si flatteuses, mais d'un caractère plutôt officieux et privé, sont suivies de l'approbation officielle, avec l'*Imprimatur*, des supérieurs du P. Leroy (2).

D'aussi hautes approbations données à l'auteur d'une thèse beaucoup plus accentuée que celle que nous défendons ici, — puisque cet auteur soutient carrément, au nom de la science, la doctrine de l'évolution, alors que nous nous bornons à demander simplement pour elle le droit de libre discussion, — rassurent pleinement notre philosophie, notre sens de la tradition catholique et notre respect des Livres saints : l'autorité des auteurs de l'article publié par les *Études religieuses* eût pu, sans cela, nous mettre en défiance contre nous-même. Inutile d'ailleurs

(1) Lettre du T. R. P. M.-J. Monsabré, des Frères prêcheurs, maître en théologie, conférencier de Notre-Dame de Paris, en date du 7 juin 1886. publiée en tête de *L'Évolution des espèces*, à la suite de celle de M. de Lapparent.

(2) " J'ai lu et examiné le travail du R. P. Leroy, sur l'*Évolution des espèces organiques*; je n'y ai rien trouvé de contraire à la foi ni aux mœurs, et je crois, comme le T. R. P. Monsabré, qu'il peut être utile de le livrer au public.

„ Paris, 8 septembre 1886.

„ Fr. Reg. Beaudouin,
„ Mag. in Sacr. Theol.

„ Imprimatur.

„ F. Thomas Faucillon,
„ Prior Prov. FF. Præd. „

Le P. Beaudouin est maître en théologie et régent des études. Le P. Faucillon est le provincial sous l'obédience duquel est placé le P. Leroy.

d'analyser le premier chapitre de *L'Évolution des espèces*, employé tout entier par l'auteur « à se mettre en règle avec l'orthodoxie religieuse », et à démontrer, preuves en mains, l'innocuité absolue, à ce point de vue, de la doctrine scientifique au soutien de laquelle son livre est consacré. Il emprunte une part importante de son argumentation à la *Genèse des espèces* de feu le R. P. de Valroger, dont nous-même nous nous sommes inspiré en plus d'un point de cette étude.

Le savant oratorien, dans ses divers écrits apologétiques, a toujours, de même au surplus que M. l'abbé Fabre d'Envieu, étudié avec soin toutes les hypothèses scientifiques plus ou moins loyalement opposées par la science incrédule aux témoignages de l'Écriture sainte, pour montrer que, chaque fois qu'elles sont scientifiquement plausibles, elles sont susceptibles d'une explication concordante avec le texte sacré. Ce mode de discussion, bien supérieur à la fin de non recevoir accompagnée de dénégation systématique, ne laisse pas que d'embarrasser nos adversaires. Aussi dénaturent-ils la pensée qui les gêne pour pouvoir la tourner en ridicule.

C'est ainsi que M. Mathias Duval, pour montrer que les « convictions » relatives à l'homme tertiaire, « après avoir soutenu l'épreuve de discussions auxquelles ont pris part les hommes les plus compétents, sont aujourd'hui partagées presque partout *(sic)*, même par ceux qui s'y étaient opposés à la première heure » *(sic, sic)*, fait remarquer combien « il est curieux de voir les hommes de foi accepter les conclusions que M. de Mortillet a émises au nom de la libre (?) pensée, et s'efforcer d'accommoder le dogme mosaïque avec la doctrine transformiste,... avec les faits relatifs aux anthropopithèques » (1).

Les « hommes de foi » dont parle M. Duval sont les deux ecclésiastiques que nous venons de nommer. Mais il

(1) Mathias Duval, *loc. cit.*, p. 456.

ne présente pas leur pensée sous un jour exact. Ces deux auteurs n'avaient point à « s'efforcer d'accommoder le dogme mosaïque avec la doctrine transformiste, etc. » ; ils montraient seulement de quelle manière ces théories, *en les supposant exactes,* — ce qui restait et ce qui reste encore à démontrer, — pouvaient n'être point en contradiction avec l'interprétation certaine du récit de Moïse, prouvant par là, comme nous cherchons à le faire ici, que le « dogme mosaïque » n'a rien à craindre des attaques de la « libre pensée ». Cela peut n'être pas du goût de M. Mathias Duval, mais c'est ainsi. Le R. P. Monsabré avait fait de même, à une époque où l'on n'avait pas encore démontré que les silex de Thenay et des gisements analogues avaient été éclatés avec leur apparente régularité par des forces purement naturelles. « De deux choses l'une, » avait-il déclaré du haut de la chaire de Notre-Dame pendant la station quadragésimale de 1875 : « ou bien les savants reconnaîtront qu'ils ont exagéré la valeur de leurs chronomètres et se verront obligés de rajeunir leurs terrains ; ou bien de nouvelles découvertes nous mettront sur la trace d'un être anthropomorphe qui fut, dans l'admirable progression du plan divin, l'ébauche et le précurseur de l'homme, et auquel il faudra attribuer les instruments de l'époque tertiaire » (1).

Les savants ne se sont pas vus dans la nécessité de rajeunir les gisements contenant les fameux silex ; mais, répétons-le, ils ont dû reconnaître, ce qui est plus significatif encore, que les prétendus « instruments de l'époque tertiaire » pouvaient provenir de l'action combinée du chaud et du froid, de la pression, etc., et ne nécessitaient en aucune façon l'intervention d'un être intelligent.

M. l'abbé Fabre d'Envieu, professeur à la défunte faculté officielle de théologie de Paris, avait été plus loin encore, en construisant tout un corps de doctrine conjecturale sur

(1) Cité par M. de Quatrefages dans *Hommes fossiles et hommes sauvages*, p. 86.

la base de ces bienheureux cailloux auxquels on croyait d'une foi si robuste à l'époque où il écrivait (1873). Il établit, fort judicieusement d'ailleurs, que si l'on n'a pas de preuves suffisantes pour établir l'existence d'un homme ou être intelligent quelconque avant Adam, rien, dans la révélation biblique, ne s'oppose à ce que l'on admette « l'homme du diluvium gris, l'homme pliocène et même l'homme éocène » (1). Sans doute, les « instruments » découverts par l'abbé Bourgeois ne prouveraient pas, par eux-mêmes, l'existence de l'homme, mais seulement qu'on a trouvé la trace d'un animal raisonnable dans les terrains tertiaires. « Nous ne pouvons pas soutenir, en effet, qu'il n'y a pas eu, pendant ces formations, des intelligences servies par des organes différents des organes humains (2). » Il est vrai que, dans le système cosmogonique de l'écrivain, toute une création antérieure à Adam aurait été détruite et refoulée dans le chaos avant l'apparition de l'homme. Cette théorie est à peu près universellement abandonnée aujourd'hui ; elle facilitait du moins à l'auteur la possibilité de ne pas faire du préadamite l'ancêtre de l'homme actuel. Mais le P. de Valroger, qui admettait aussi, comme rationnelle et licite, la conjecture d'une créature raisonnable sur notre globe avant la création d'Adam, n'en faisait pas non plus l'ancêtre de notre premier père : il le supposait détruit avant l'avènement de celui-ci, ou éteint d'une manière quelconque. Et M. Fabre d'Envieu, développant son hypothèse jusqu'à ses dernières limites, étend la conception d'un être raisonnable autre que l'homme, même au travers des espaces célestes, « n'étant pas tenu de croire que notre terre soit le seul astre sur lequel règne la vie ». Chacune des sphères habitées « est sans doute un temple dans lequel Dieu reçoit l'hommage qui lui est dû ». De même que les êtres raisonnables et libres qui y séjournent sont capables de mérite et de démérite, partant

(1) *Les origines de la terre et de l'homme*, p. 454.
(2) *Ibid.*, p. 459.

passibles de récompense et de châtiment, de même les races d'hommes ou d'autres animaux raisonnables qui se seraient succédé sur la terre pendant les trois premières époques géologiques y auraient accompli leur destinée terrestre, à l'expiration de laquelle Dieu leur aurait attribué la peine ou la récompense (1).

C'est peut-être pousser les conséquences d'une hypothèse au delà des limites nécessaires. Mais où est le mal? Rien ne saurait mieux rendre évidente, dans l'esprit des hommes sincères, la solidité de nos croyances. Contre elles leurs adversaires ne peuvent forger aucune arme valable sans sortir des limites que peuvent autoriser la logique et la saine interprétation des faits ; et c'est toujours en se plaçant sur leur terrain même qu'on leur prouve l'inanité de leurs attaques. Sans doute, plutôt que d'en convenir, ils préfèrent glisser légèrement sur ce sujet, en répondant par quelque plaisanterie, quand l'écrivain a encore un certain respect de sa plume, par quelque injure grossière, quand le niveau de son éducation est moindre ; mais ils s'y arrêteraient davantage assurément, s'ils trouvaient quelque chose de sérieux à répliquer.

VIII

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Revenons à la thèse de l'évolution.

Si l'on veut bien comparer les considérations qui, dans le chapitre III de cette étude, résument quelques-uns des

(1) *Ibid.*, p. 478. — C'est de ces pensées qui, pour ne pas correspondre à la réalité des faits, n'en sont pas moins rationnelles, plausibles, élevées, et de nature à montrer quel champ immense est laissé à la liberté des conjectures et des hypothèses de toute sorte, que se moque de M. Mathias Duval, en disant que leur auteur indique " la place qu'ont eue dans l'enfer ou le paradis les anthropopithèques en question „, et que sa conception d'intelligence servie par d'autres organes que les organes humains n'est autre chose que du Mortillet " habillé en style biblique „. *(Le Darwinisme,* p. 457.)

arguments favorables à l'hypothèse transformiste, avec celles du chapitre VI, consacré aux objections qui lui sont contraires, on remarquera peut-être que ces dernières se rapportent toutes *au temps présent*, si nous entendons par « temps présent » l'âge actuel de la terre, l'âge géologique contemporain de l'humanité ; les premières, au contraire, sont toutes tirées des faits paléontologiques, c'est-à-dire qu'elles se rapportent *au temps passé*, géologiquement parlant.

Le principal argument des adversaires de l'évolution est, en effet, l'impossibilité de constater, par observation ou expérience, les faits qu'elle suppose. M. Blanchard demande en vain qu'on lui montre un seul exemple de transformation d'une espèce, tandis que, au contraire, tous les faits, historiquement ou scientifiquement observés, proclament la fixité des types spécifiques, la variabilité ne s'exerçant que dans leur sein. L'argument tiré de l'embryogénie n'a pas plus de valeur, puisque jamais embryon n'a pu être vu se développant en un sujet différant spécifiquement de celui au sein duquel il a pris naissance. Aucun exemple de sélection naturelle ou de croisements entre espèces différentes engendrant des formes nouvelles stables n'a davantage été relevé. D'autre part, la lutte pour la vie n'empêche pas certaines espèces inférieures et des plus mal douées de se maintenir, grâce à une prodigieuse fécondité, avec pleine intensité de vie, tandis que nous voyons nombre d'espèces, supérieures aussi bien par la puissance de leur organisation que par leur force musculaire et les armes redoutables dont la nature les a douées, décliner peu à peu et menacer de s'éteindre. Et ainsi de suite.

On est donc en droit de répondre à Lamarck, à Geoffroy Saint-Hilaire, à Darwin et à leurs adhérents : Vos théories, en ce qui concerne la nature vivante, contemporaine de l'homme, ne reposent sur aucun fait déterminable, mais seulement sur des hypothèses arbitraires et gratuites. Elles peuvent être à beaucoup d'égards fort séduisantes ;

mais, au fond, elles ne sont qu'un produit de l'imagination mise en jeu par la vue de certaines similitudes, de certaines consécutions, de certaines analogies.

Il n'en va plus du tout de même si, au lieu de considérer seulement et exclusivement la nature vivante, nous faisons entrer en ligne les faits constatés et classés par les géologues et les paléontologistes. Les fouilles et les découvertes de M. Albert Gaudry dans la paléontologie animale, celles de M. le Mis de Saporta en paléophytologie, leur ont montré les transitions les plus insensibles entre les espèces les plus opposées à première vue : de telle sorte que, en les plaçant toutes à côté les unes des autres, on peut observer entre elles une gradation insensible, comparable à ce que les musiciens appellent « un port de voix, » réunissant en une seule gamme des types qui, considérés séparément, se classent naturellement non seulement en *espèces*, mais en *genres*, *familles* et même *ordres* différents. Quelquefois cette gradation s'obtient en comblant, par les espèces fossiles, les vides existant dans l'échelle organique de la nature vivante. Il y a aussi le très grave argument des organes sans fonctions, « difficiles à expliquer, dit M. Gaudry, pour ceux qui n'admettent pas la doctrine de l'évolution. On est ainsi exposé à accuser l'harmonie du monde organique d'être en défaut. Mais pour nous, transformistes, qui regardons les espèces comme de simples modes transitoires, il nous importe peu de ne pas trouver tout réuni dans chaque phase des êtres qui poursuivent leur développement *à travers les âges géologiques* ». Suit une comparaison tirée des arbres, dont les bourgeons ne sont pas encore épanouis en feuilles aux approches du printemps et dont, plus tard, se sont flétries les fleurs. « Ainsi en est-il dans la durée des âges géologiques : ici se montre un organe en apparence chétif et inutile, là se détruit un organe qui semblait fécond; mais ces naissances, ces atrophies ou ces hypertrophies ne sont que les évolu-

tions par lesquelles le divin Artiste conduit à bien toute la nature (1). » Le même savant tire un autre argument, non sans valeur, de la comparaison entre les crustacés rudimentaires appelés *Ostracodes* (Ὄστρακον, coquille) existant aujourd'hui, et leurs congénères des formations primaires mis à jour par M. Renault : ces derniers se rapprochent beaucoup des premiers. « Nous avons là une preuve frappante des liens qui existent entre le monde présent et le monde passé. Nous y trouvons aussi une preuve de l'inégalité avec laquelle se sont opérés les changements des êtres : à côté d'animaux qui ont disparu pour toujours, d'autres se sont continués, comme si le temps les avait à peine touchés, et comme si, au milieu des grandes modifications de la nature, l'Être infini voulait proclamer la perpétuité de sa puissance directrice (2). »

La question est de savoir comment s'est manifestée cette puissance directrice. Admettre que ce soit par d'innombrables créations successives, comme si le divin Ouvrier remaniait sans cesse son œuvre à la façon d'un artiste humain, la retouchant, la défaisant en partie pour la refaire à travers les âges, semble moins digne de sa souveraine sagesse qu'une création originaire de la nature organique et vivante avec promulgation simultanée de la loi évolutive de son développement. « J'ai appris graduellement », écrivait à Darwin le chanoine Kingsley, sans doute avant que l'auteur de *L'Origine des espèces* eût renié ses croyances, « j'ai appris graduellement à voir que c'est une aussi noble conception de Dieu de croire qu'il a créé des formes originelles susceptibles de se développer selon le temps et selon le lieu, que de penser qu'il lui a fallu intervenir à nouveau pour combler les lacunes parmi

(1) Alb Gaudry. *Les enchaînements du monde animal. Mammifères tertiaires*, p. 140.

(2) Le même. *Les enchaînements du monde animal. Fossiles primaires*, pp. 183 et 184.

les espèces créées par lui. Je me demande même si la première conception n'est pas la plus élevée (1). »

Mais si la loi de l'évolution trouve, dans les faits paléontologiques, de nombreux appuis et arguments probants, elle n'est pas non plus, il le faut reconnaître, sans y rencontrer aussi des objections. La plus grave n'est assurément pas dans les lacunes, considérables encore, interrompant les gradations dans la série des organismes : les travaux et les découvertes des savants en comblent chaque jour quelques-unes ; il n'est donc pas absolument interdit d'entrevoir le temps où toutes auront pu l'être.

Mais certains pachydermes gigantesques des étages tertiaires paraissent sans ancêtres et n'ont aucun descendant possible, M. Gaudry le reconnaît lui-même, dans la nature actuelle : « on pourrait en citer beaucoup d'exemples tirés de l'ordre des pachydermes, soit d'autres ordres » (2). L'illustre géologue Barrande, l'un des plus grands paléontologistes du siècle, constate « la brusque apparition, sans formes transitoires et sans prédécesseurs connus, dans le *système silurien du centre de la Bohême*, des trilobites déjà si complètement organisés de la faune primordiale ; celle des céphalopodes, aussi bien organisés dès l'origine de la faune seconde ; celle des poissons ganoïdes et placoïdes vers la fin de la faune troisième. Sur trois cent cinquante formes de trilobites examinées avec le plus grand soin, dix seulement portent des traces de variations : trois cent quarante autres se montrent invariables pendant la durée immense de leur existence spécifique... Pendant l'incalculable durée des temps siluriens, aucune des trois cent cinquante espèces trilobitiques de la Bohême ne peut être considérée comme ayant produit, par ses transformations, une nouvelle forme spécifique distincte et perma-

(1) Cité par M. le Mis de Nadaillac, *loc. cit.*, p. 70.
(2) Alb. Gaudry, *Mammifères tertiaires*, p. 76.

nente » (1). D'autres objections encore, non moins graves, pourraient être élevées; et A. Russell Wallace, l'ami et l'émule de Darwin, l'ayant précédé même dans la voie du transformisme, — tout en arrivant à cette conclusion, que les règnes animal et végétal doivent leurs formes si diverses à une loi de descendance continue de quelques types primitifs, — reconnaît que l'on est encore bien loin de toute preuve certaine de cette théorie (2).

Ainsi, d'une part, l'hypothèse de l'évolution, appliquée à l'âge géologique actuel, ne repose sur aucune preuve sérieuse; et toutes les considérations que l'on a pu faire valoir en sa faveur vont à l'encontre des faits observables et partant observés. D'autre part, si on l'étend à tout l'ensemble des âges paléontologiques, elle rencontre, à travers les immenses durées de ces âges, bien des faits probants, militant en sa faveur, et dont elle seule peut donner jusqu'ici une explication satisfaisante, — faits contrebalancés, il est vrai, par d'autres, qui constituent tout au moins de graves objections de détail, mais qui pourtant ne détruisent pas les premiers.

Ne pourrait-on point, en cet état, faire deux parts de la théorie de l'évolution? L'une, concernant les temps contemporains de la présence de l'humanité sur la terre, serait abandonnée comme contraire à tout ce que l'observation peut nous apprendre ; l'autre part, celle qui se rapporte aux âges antérieurs, serait maintenue, toujours à titre d'hypothèse, comme la loi qui a présidé au développement de la vie sur le globe. L'évolution, d'après ce concept, ce serait le mode employé par l'Auteur de la création pour l'accomplissement de son œuvre. Il est rationnel d'admettre que c'est après son achèvement, au moins dans ses lignes essentielles, que l'homme a été créé

(1) Duilhé de Saint-Projet. *Apologie scientifique de la foi chrétienne*, édition in-12, pp. 279 et 280.

(2) Cf. Mgr de Nadaillac, *loc. cit.*, p. 72.

comme son couronnement; et, dès lors, l'œuvre créatrice étant parachevée, la loi évolutive promulguée pour son élaboration avait achevé elle-même d'accomplir ses effets. Ainsi s'expliquerait que l'évolution ait pu régner avant l'homme et cesser de se manifester sous son empire ; et ceci répondrait à l'objection suivante de M. l'abbé Farges : « Si la transformation des espèces est une loi générale de la nature, pourquoi cette loi paraît-elle suspendue depuis plus de quatre mille ans? Pourquoi, dans des situations si variées de climat, de température, de nourriture, et de toutes les conditions d'existence d'un pôle à l'autre, ne retrouve-t-on nulle part un petit coin de terre où elle puisse encore s'exercer? (1) » — Parce que, répliquerions-nous dans l'hypothèse où nous nous plaçons, cette loi de la nature avait été édictée par son divin Auteur pour le développement de la création préparatoire à la venue de l'homme, et qu'elle avait accompli tous ses effets lorsque le premier couple humain sortit intelligent, raisonnable et surnaturalisé, des mains de Jéhovah.

Ce n'est là qu'une simple conjecture dont nous ne prétendons pas nous constituer le champion. Du moins aurait-elle le mérite de fournir une de ces solutions intermédiaires qui ne sont pas sans exemple dans l'histoire de la science, alors que l'on voit une longue querelle s'apaiser et disparaître quand les belligérants s'aperçoivent que, de part et d'autre, on était partiellement dans le vrai, et que, de part et d'autre aussi, l'on était dans l'erreur, pour vouloir généraliser trop ou prendre au sens absolu la vérité relative que chacun possédait. Ainsi en est-il allé, entre autres, à l'aurore de la science géologique, de la dispute entre plutonistes et neptunistes. Ces derniers n'avaient pas tort d'attribuer à l'eau et aux agents atmosphériques les innombrables remaniements subis par l'écorce terrestre pendant sa formation ; mais les premiers avaient raison

(1) *La vie et l'évolution des espèces*, p. 180.

d'y voir à l'origine l'action du feu. Les uns et les autres tombaient dans le faux pour être exclusifs dans leurs théories respectives.

Ainsi, dans la question de l'évolution, les transformistes sont-ils peut-être dans le vrai lorsque, malgré de nombreuses obscurités non encore éclaircies, ils expliquent par leur doctrine la formation des innombrables successions de types organiques pendant la longue durée des temps géologiques ; plus probablement sont-ils dans l'erreur en voulant étendre à l'âge actuel, à l'âge de l'apparition et du développement de l'humanité, les effets d'une loi qui, si elle a existé, serait devenue fossile comme les formes organiques antérieures aux formes actuellement vivantes. Enfin l'erreur est manifeste, et tôt ou tard éclatera au grand jour, de ceux qui admettent l'évolution *universelle,* s'étendant du minéral à l'organisme vivant, de celui-ci à l'intelligence raisonnable et, par elle, à la morale et à l'histoire même de l'humanité, sans tenir compte de la liberté de l'homme et de ses aspirations vers un idéal supérieur à ce qu'il peut réaliser ici-bas.

Matière inorganique, germe vivant, âme raisonnable, « ces trois éléments dans notre univers ont été l'objet de trois créations spéciales, et ne sauraient dériver les uns des autres », affirmerons-nous en toute certitude avec M. Denys Cochin. Lorsque primitivement Dieu eut créé la matière cosmique, « la nébuleuse s'est déchirée, les globes célestes se sont formés, refroidis, condensés, et ont dessiné leurs invariables orbites ». Lorsque Dieu eut organisé la matière, créé la vie, il aurait, suivant l'école transformiste, « donné aux vivants la propriété générale de se plier aux conditions de leur existence, de se modeler en quelque sorte sur leur milieu, de léguer à leurs descendants les changements opérés en eux-mêmes ». Enfin, lorsque Dieu a créé l'âme humaine, il lui a donné la loi morale, « loi propre à assurer notre bonheur, loi évidente

pour notre raison », mais à laquelle notre volonté est libre de se soumettre ou de désobéir (1).

Ce sont là trois termes d'une certitude plus solide que le roc, parce que, comme le dit le sympathique écrivain que nous venons de citer, « nous ne pouvons pas comprendre le monde sans trois interventions de la cause première, sans trois créations spéciales, et nous ne pouvons concevoir une seule et universelle évolution » (2).

Mais, ces inébranlables principes posés, toute liberté intellectuelle est laissée, dans leurs limites, aux savants et aux philosophes, pour construire des théories évolutives en vue d'expliquer la marche, chacun dans sa sphère, des trois mondes : 1° de la matière inorganique, — 2° de la vie végétale et animale, — 3° de l'humanité raisonnable et libre et de ses développements physiologiques, historiques et sociaux.

JEAN D'ESTIENNE.

(1) Denys Cochin. *L'Évolution et la vie.* 1886, Paris, G. Masson.
(2) *Ibid.*, p. 302.

UN MOT

SUR LES

CLASSIFICATIONS PRÉHISTORIQUES

En principe, l'archéologie préhistorique ne devrait avoir pour objet, le mot le dit, que ce qui est *antérieur* à l'histoire ; et telle est bien en effet la signification que lui ont attribuée, dès l'origine, et que lui attribuent toujours ses adeptes les plus en vue. En réalité, elle embrasse ce qui est *étranger* à l'histoire.

Il y a, il est vrai, deux façons d'entendre l'histoire, selon qu'il s'agit de l'humanité envisagée dans son ensemble ou de chaque peuple pris à part. Dans le premier cas, elle exclut toute *préhistoire*, puisqu'elle remonte au premier homme, à Adam. Ainsi l'entendent néanmoins quelques adeptes de la nouvelle science, pour qui Adam est un mythe et nos livres saints un tissu de légendes sans caractère historique.

Heureusement, l'archéologie préhistorique est susceptible d'un sens plus orthodoxe. On peut, sans s'écarter de l'étymologie du mot, l'appliquer à tout ce qui est antérieur à l'histoire de chaque peuple. Or l'histoire commence

à des époques bien différentes suivant les régions. Si, en Asie et en Égypte, elle s'étend jusqu'à un passé extrêmement reculé qui se confond avec l'origine des peuples, en revanche, chez nous, elle ne remonte guère au delà de l'ère chrétienne. En Amérique, son domaine est beaucoup plus borné encore, puisqu'il suffit de dépasser le xve siècle pour se trouver dans celui de la *préhistoire*.

Même entendu dans ce sens large, le mot *préhistorique* ne saurait s'appliquer à tous les objets classés comme tels dans nos musées et collections privées. Il en est évidemment un grand nombre qui sont simplement *étrangers* à l'histoire ; car celle-ci, en relatant les faits les plus mémorables, n'a pu naturellement éclairer d'une égale lumière tous les détails des diverses civilisations qu'elle embrasse. Ces objets ne sont donc pas réellement préhistoriques, bien qu'on puisse, sans grand inconvénient, les considérer comme tels jusqu'à preuve du contraire.

I

Cette façon de comprendre la préhistoire a eu pour résultat de rattacher à cette jeune science une multitude de données qui jadis eussent été du ressort de l'archéologie proprement dite ; de là le nombre et l'importance des collections dites préhistoriques.

Pour procéder avec ordre et essayer de se reconnaître au milieu de ce dédale de faits et de découvertes dont le nombre va sans cesse croissant, les savants qui, les premiers, se sont occupés de la question ont réparti en divers âges les temps antérieurs à l'histoire ; mais tous n'ont pas assigné la même base à leur classification. Les uns, géologues avant tout, l'ont appuyée sur la nature et la date relative des terrains dans lesquels avaient été trouvés les vestiges humains. Les autres, se fondant sur ce que la faune contemporaine de l'homme s'est plusieurs fois modi-

fiée depuis la première apparition de notre espèce en nos contrées jusqu'aux origines de l'histoire, ont pris ces modifications pour point de départ de leur système chronologique. D'autres enfin, plus archéologues que paléontologistes, ne tenant aucun compte de l'âge des formations géologiques que l'homme a vu s'effectuer, pas plus que des espèces animales en compagnie desquelles il semble avoir vécu, ont basé uniquement leur répartition des temps préhistoriques sur la nature des produits de l'industrie humaine.

De là trois méthodes de classification, qui toutes ont la prétention d'être fondées sur l'ordre des temps. La première, que l'on peut appeler la méthode *géologique,* n'admet d'autres distinctions chronologiques que celles que reconnaît la géologie elle-même en tant qu'elle a trait à l'histoire de l'homme. Dans ce système, les divers âges de l'humanité seraient : 1° l'âge tertiaire, en supposant que l'homme ait apparu dès cette époque; 2° l'âge quaternaire, qui met fin aux temps géologiques ; 3° l'âge actuel, qui est en partie éclairé par l'histoire.

A ne s'en tenir qu'à ces grandes divisions, ce mode de classement, essentiellement chronologique, est certainement préférable à tout autre; encore est-il sujet à erreur, par suite de l'incertitude qui règne fort souvent sur l'âge géologique des terrains d'origine récente. A défaut de fossiles, témoignage quelquefois trompeur lui-même, il n'est pas toujours facile de distinguer une formation actuelle d'une formation quaternaire, ni celle-ci d'une formation de la fin des temps tertiaires. A plus forte raison est-il difficile d'échapper à l'erreur si l'on veut distinguer entre les diverses assises de chaque grande formation, entre les divers dépôts, par exemple, de l'époque quaternaire. En pareil cas, la stratigraphie ou la superposition directe reste le seul garant de l'ordre de succession des couches.

En somme, cependant, si insuffisante qu'elle soit, la méthode géologique est encore la plus sûre et celle dont

l'archéologue doit tout d'abord faire usage lorsqu'il cherche à établir l'âge relatif des vestiges humains qu'il découvre.

D'après la seconde méthode, que nous appellerons *paléontologique*, puisqu'elle repose sur la nature des animaux fossiles dont nous retrouvons les restes associés à ceux de l'homme ou aux produits de son industrie, les temps préhistoriques se partageraient, à partir de l'époque quaternaire, en quatre âges qui sont : 1° l'âge du grand ours des cavernes *(Ursus spelæus)*; 2° l'âge du mammouth *(Elephas primigenius)*; 3° l'âge du renne *(Cervus tarandus)*; 4° l'âge de l'aurochs. Les trois premiers représentent l'époque quaternaire ; le dernier appartient au début de l'ère actuelle.

A ces quatre âges proposés par Édouard Lartet, il y aurait lieu, suivant quelques auteurs, de joindre ceux du *Dinotherium* et de l'*Elephas meridionalis*, qui représenteraient les deux dernières parties de l'époque tertiaire et correspondraient, le premier à la période miocène, le second à la période pliocène : mais l'existence de l'homme à cette époque reculée est plus que contestable. En tout cas, il est bien plus naturel de conserver à ces deux périodes leurs noms géologiques que de leur attribuer ceux des principaux fossiles qui les caractérisent.

L'âge de l'*Aurochs* peut être l'objet d'une observation analogue. Cet âge coïncidant avec celui de la pierre polie, il y a tout lieu de se servir de préférence de ce dernier nom, d'autant plus que la pierre polie se rencontre beaucoup plus abondamment dans les gisements de l'époque que les restes de l'aurochs, animal dont l'habitat paraît avoir été assez restreint.

Les trois autres âges ont donc seuls leur raison d'être, puisque seuls ils établissent des divisions nouvelles dans une époque qu'on n'avait guère songé jusque-là à partager. Mais ces divisions sont-elles vraiment chronologiques? L'ours des cavernes, le mammouth et le renne se sont-ils succédé dans l'ordre indiqué ? On peut le croire pour

une région restreinte, par exemple pour le sud-ouest de la France, mais rien ne prouve qu'il en ait été de même ailleurs. Édouard Lartet en a fait lui-même l'aveu. « Ces divisions systématiques, applicables à une région donnée, perdraient souvent, dit-il, toute valeur en dehors de ces limites ; ainsi l'âge de l'aurochs persiste aujourd'hui pour la Lithuanie, et le renne vivait encore dans la forêt Hercynienne du temps de César (1). »

A ces reproches que M. Lartet fait à son propre système, nous joindrons ceux que M. Gabriel de Mortillet lui adresse à son tour :

« Notre savant paléontologiste, notre maître à tous en fait d'études préhistoriques, M. Édouard Lartet a cherché, dit-il, à classer les cavernes et les abris au moyen de leur faune. Malheureusement son profond savoir et son judicieux esprit de critique sont venus échouer contre une difficulté inhérente au sujet : le peu de variation subie par la faune pendant la période quaternaire. Pendant toute cette période, qui est celle de la pierre taillée par éclats, la faune s'est si peu modifiée qu'elle ne fournit pas de données assez tranchées pour établir des coupes bien nettes et bien claires.

» En outre, dans les stations humaines ou sépultures des grottes et des abris, nous ne trouvons pas les débris naturellement enfouis de la faune du temps, mais bien des accumulations de restes de repas et d'industrie. Si certaines espèces manquent, cela ne veut pas dire qu'elles n'existaient plus, mais bien qu'on ne les mangeait et qu'on ne les utilisait pas. Si d'autres espèces sont fort abondantes, c'est tout simplement qu'elles étaient capturées plus facilement ou bien préférées comme plus utiles et meilleures.

» On voit donc que les considérations tirées de la faune ne peuvent et ne doivent être que secondaires pour ce qui concerne le classement des cavernes et des abris (2). »

(1) Appendice de l'*Ancienneté de l'homme*, de Lyell.
(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, année 1868-1869, p. 583.

Ce jugement, un peu sévère peut-être, porté par un archéologue sur la classification de M. Lartet, ne doit pas nous empêcher de reconnaître que cette classification a son côté utile, car bien souvent elle permet non seulement de procéder avec plus d'ordre dans un sujet naturellement aussi confus que l'archéologie préhistorique, mais encore de fixer, en quelque sorte *à priori,* l'âge *probable* des gisements. Il semble certain en effet que les animaux pris comme types de cette classification se sont succédé, au moins dans le pays exploré par Lartet, dans l'ordre indiqué par le savant paléontologiste. De tous ceux qui vivaient en compagnie de l'homme à l'époque quaternaire, le grand ours *(Ursus spelæus)* paraît avoir disparu le premier. Le mammouth l'a sans doute suivi de près. Quant au renne et à l'aurochs, ils se sont retirés à divers intervalles, semble-t-il, le premier chez les Esquimaux et les Samoyèdes des régions polaires, le second dans les forêts marécageuses de la Lithuanie, où il vit toujours sous la protection des empereurs de Russie.

Dans certaines régions toutefois, dans le nord de la France par exemple, l'âge du grand ours et celui du mammouth ne se distinguent guère ; aussi un savant belge, M. Dupont, a-t-il proposé, non sans raison, de les réunir sous le nom d'âge des espèces éteintes. Le suivant, celui du renne, constituerait l'âge des espèces émigrées. Cette classification ainsi simplifiée peut s'appliquer avantageusement à toutes nos contrées occidentales, car la succession de l'ours et de l'éléphant sera toujours difficile à établir, vu que ces animaux ont des habitats très différents, le premier cherchant une retraite dans les grottes des régions montagneuses pendant que le second hante de préférence les grandes plaines des pays plats et humides.

II

Si la classification fondée sur la faune n'est point à l'abri de toute critique, des reproches plus graves encore peuvent être adressés à la troisième méthode, dite archéologique ou industrielle, qui a pour base l'état plus ou moins avancé de l'industrie humaine. Ce mode de classement peut avoir sa raison d'être quand on s'en tient aux divisions principales des temps préhistoriques ; mais, étendu et développé comme il l'a été par M. de Mortillet, il devient absolument fantaisiste. L'idée même d'y recourir dans cette mesure ne s'expliquerait pas si l'on ne connaissait, d'une part, le besoin qu'ont les archéologues d'une classification quelconque, de l'autre, l'impossibilité où ils sont le plus souvent de donner à cette classification une base plus solide, soit par suite de l'incertitude qui règne sur l'âge géologique des gisements découverts, soit par suite de l'absence en ces gisements de tout fossile qui permettrait au paléontologiste de fixer leur ancienneté relative. Aujourd'hui cependant fort à la mode, ce procédé de répartition des temps primitifs de l'humanité ne peut, selon nous, que donner une fausse idée de la chronologie préhistorique dont il tend à exagérer la durée. — Mais avant de la combattre, il faut l'exposer.

Par leurs formes mêmes, par leur grossièreté ou leur élégance relative, les armes et les outils qui figurent dans nos musées soi-disant préhistoriques révèlent, chez les hommes qui en firent usage, une civilisation très inégale. Les substances minérales employées à les fabriquer portent le même témoignage. Ici, tous les objets sont en pierre, le plus souvent en silex ; là, les métaux se rencontrent presque seuls ; et parfois ces gisements, de natures si diverses, se rencontrent juxtaposés dans la même localité.

En pareil cas, l'idée vient tout naturellement à l'esprit d'attribuer à des époques distinctes ces deux industries

et de considérer la plus grossière comme la plus ancienne. Pour raisonner de la sorte, il n'est nullement besoin d'être évolutionniste et de croire au progrès continu. Si l'histoire nous offre des exemples de décadence sociale, plus souvent encore elle nous fait assister au développement des civilisations. Il est donc assez naturel, à défaut d'indices plus significatifs, de juger de l'âge relatif de divers gisements par la nature de leur mobilier. C'est ce qu'ont fait les archéologues qui ont admis l'existence d'un âge de la pierre antérieurement à celui des métaux. La stratigraphie, en leur montrant superposées, dans un certain nombre de localités, la pierre et l'industrie métallurgique, leur a, sur ce point, donné raison. Elle leur a même permis de faire un pas de plus. Elle leur a appris que le polissage de la pierre n'avait été en usage qu'à une époque relativement avancée des temps préhistoriques. De là, la division de l'âge de la pierre en deux périodes appelées l'une *paléolithique* (παλαιὸς λίθος, ancienne pierre), l'autre *néolithique* (νέος λίθος, nouvelle pierre), et correspondant, la première à l'époque quaternaire, la seconde au début de l'ère géologique actuelle.

Pour des motifs analogues, parce que dans un bon nombre de localités on a trouvé le bronze sans une parcelle de fer, on a divisé l'ère des métaux en deux périodes : celle du bronze et celle du fer. On a obtenu de la sorte les quatre âges suivants, qui forment comme l'ossature de l'archéologie préhistorique, vu qu'autour d'eux se groupent étroitement tous les faits et toutes les observations dont l'ensemble constitue cette jeune science :

1. L'âge paléolithique ou de la pierre taillée ;
2. L'âge néolithique ou de la pierre polie ;
3. L'âge du bronze ;
4. L'âge du fer.

Malheureusement, on ne s'en est pas tenu à ces quatre grandes divisions qui, elles-mêmes, on le verra tout à

l'heure, ne peuvent être admises sans quelques réserves. M. de Mortillet a cru pouvoir, en s'appuyant toujours sur le développement de l'industrie, subdiviser chacune d'elles au point de constituer une série de treize époques, qui toutes auraient leurs caractères précis. A elle seule, la période paléolithique ou de la pierre taillée lui en a fourni cinq auxquelles il a donné les noms des principaux gisements qu'il leur attribue. L'âge du fer en a formé un même nombre, dont les trois dernières, il est vrai, appartiennent à l'histoire. Celui du bronze a été partagé en deux époques, selon l'état plus ou moins avancé de cette industrie. Seul, l'âge néolithique n'a pas été subdivisé.

Le tableau ci-contre résume et complète à la fois ce que nous venons de dire. Il présente, en regard des deux précédentes, la classification de M. de Mortillet, de façon qu'on puisse aisément saisir le synchronisme des diverses subdivisions introduites dans les temps préhistoriques, suivant qu'on adopte pour point de départ l'une ou l'autre méthode.

Nous n'entreprendrons point de discuter les divers termes de cette classification : chacun d'eux demanderait pour cela une étude spéciale. Il ne sera pas inutile cependant de signaler par avance les points qu'il nous est impossible d'accepter.

De ce nombre est le premier de tous, l'âge éolithique ou thenaisien de M. de Mortillet. Il suppose l'existence, à l'époque tertiaire, de l'homme ou, comme on le prétend, de son ancêtre simien déjà intelligent; or cette existence, toujours contestée, devient de plus en plus improbable, les faits sur lesquels on l'appuyait ayant été reconnus sans portée par la plupart des savants. M. de Mortillet, qui est resté presque l'unique défenseur de cette thèse, reconnaît lui-même qu'aucune découverte ne prouve l'existence de l'homme ou d'un *anthropopithèque* quelconque à l'époque pliocène, la dernière des temps ter-

CLASSIFICATION DES TEMPS PRÉHISTORIQUES

D'APRÈS LA MÉTHODE

1° GÉOLOGIQUE	2° PALÉONTOLOGIQUE	3° ARCHÉOLOGIQUE	*Stations principales* (1) :
Ages miocène / pliocène tertiaire	1° Dinotherium . . . . . 2° Elephas meridionalis	Age éolithique	Thenay (Loir-et-Cher)
Age quaternaire	3° Ursus spelæus (ours des cavernes) 4° Elephas primigenius (mammouth) 5° Cervus tarandus (renne)	Age paléolitique ou de la pierre taillée	Chelles (Seine-et-Marne) Le Moustier (Dordogne) Solutré (Saône-et-Loire) La Madeleine (Dordogne)
Age actuel	6° Bison europæus . . . . (aurochs)	Age néolithique . . ou de la pierre polie	Robenhausen (Zurich—Suisse)
	7° Animaux actuels	Age du bronze	Morges (Vaud — Suisse) Larnaud (Jura)
		Age du fer	Hallstatt (Haute-Autriche) Marne (département de la) Lyon Champdolent (Seine-et-Oise) Waben (Pas-de-Calais)

(1) Caractérisant autant d'époques, d'après M. de Mortillet.

tiaires (1). Cet aveu rend plus invraisemblable encore le fait qu'il persiste à affirmer; car si l'homme ou son précurseur vivait à l'époque miocène, il a dû se maintenir et se développer à l'époque suivante, et il serait bien surprenant qu'on ne découvrît pas dans les terrains de cet âge quelque fragment de son squelette ou quelque vestige de son industrie naissante.

Non seulement l'homme ne date pas de l'époque tertiaire, il n'a pas même vécu en nos contrées au début de l'époque quaternaire. Du moins n'en a-t-on aucune preuve. Les plus anciens produits de son industrie semblent postérieurs à la période glaciaire, l'une des phases principales, on le sait, de la dernière époque géologique. Les études de M. Adrien Arcelin dans la vallée de la Saône sont là pour l'attester. Nulle part cet habile et consciencieux chercheur n'a rencontré de vestiges humains dans les terrains glaciaires ou préglaciaires, bien que cette partie de notre territoire semble avoir été l'une des premières occupée par l'homme. Nous ne conclurons pas de là, néanmoins, que le climat de nos contrées n'a pas changé depuis leur prise de possession par notre espèce. Des faits nombreux tendent à établir qu'il était alors plus froid et plus humide que de nos jours; c'était un reste de la période glaciaire, mais ce n'était qu'un reste. Tout prouve que cette période était alors sur son déclin.

C'est donc à tort que M. de Mortillet considère le gisement de Chelles, base de son époque *chelléenne*, comme remontant au début de l'époque quaternaire. Si courte qu'ait été cette époque, caractérisée par une série de phénomènes diluviens et sans analogie aucune avec les précédentes, il y a tout lieu de croire qu'elle remonte plus haut encore que notre espèce.

(1) Les temps tertiaires ne contiennent, dit-il, " qu'une seule période de l'âge de la pierre, la période éolithique, qu'on ne peut actuellement subdiviser qu'en une *(sic)* ou deux époques ". Nous serions curieux de savoir comment M. de Mortillet pourrait faire cette division en *une* époque.

III

La classification qui précède suggère bien d'autres réflexions. Il nous suffira de consigner ici celles qui sont d'un caractère général ou qui ne méritent pas d'être l'objet d'une étude à part.

Les quatre divisions fondées sur l'emploi successif de la pierre simplement taillée, de la pierre polie, du bronze et du fer sont, avons-nous dit, appuyées sur un certain nombre de découvertes qui nous montrent ces diverses industries superposées dans l'ordre indiqué. Il ne faut pas croire néanmoins que la délimitation entre ces divers âges soit très facile et très précise, que la pierre taillée ait brusquement fait place à la pierre polie, celle-ci au bronze, et le bronze au fer. En réalité, chacune de ces substances minéralogiques persiste avec les suivantes. Loin de disparaître avec l'introduction des haches polies, spécialement caractéristiques de l'époque néolithique, la pierre taillée continue de figurer dans l'outillage de l'homme pendant les âges du bronze et du fer, puisque son usage a persisté par endroits jusqu'à nos jours. Il y a donc empiètement de chaque âge sur le suivant.

Par suite il n'y a pas lieu d'être surpris de rencontrer en un même gisement des objets caractéristiques de ces divers âges, pas plus, — si l'on veut nous permettre cette comparaison, — qu'il n'y a lieu d'être surpris de rencontrer chez l'homme, avec la raison qui en est le trait distinctif, la vie et le sentiment qui caractérisent le végétal et l'animal. En pareil cas, la substance qui domine n'est pas toujours celle qui fixe la date du gisement ; c'est celle qui est de l'ordre le plus élevé ou, si l'on veut, qui caractérise l'âge le plus récent. Ne rencontrât-on qu'une parcelle de bronze au milieu d'une multitude d'objets en pierre, si cette parcelle est authentique, c'est bien à l'âge du bronze qu'on a affaire.

Il en est de même, pour continuer notre comparaison, dans l'ordre des êtres vivants. Le zoophyte semble tenir beaucoup plus de la plante que des animaux supérieurs. Pourtant il suffit que la sensibilité y ait été constatée à un degré quelconque pour qu'il faille le ranger dans le règne animal.

Il ne suffit même pas que le métal soit absent pour qu'on puisse attribuer avec certitude un gisement à l'âge de la pierre, car le métal a pu disparaître par l'oxydation ou de toute autre façon. Il a pu aussi n'y être jamais déposé, soit qu'on l'en ait écarté à dessein, comme il est probable que la chose a eu lieu pour les sépultures, soit qu'il n'entrât réellement pas dans l'outillage de la famille ou de la tribu représentée dans cette station préhistorique. Il suffit que, dans le même pays et à la même époque, le métal ait été utilisé, pour que le gisement en question ne soit plus de l'âge de la pierre.

Cette observation, on le verra ailleurs, s'applique spécialement aux dolmens et aux autres monuments mégalithiques qui, pour contenir, ici de la pierre exclusivement, là de la pierre et du bronze, n'en appartiennent pas moins, sans doute, à une même époque, celle du bronze. On peut en dire autant, par anticipation, des autres monuments et stations attribués à l'époque néolithique ; si bien que, malgré l'abondance des objets en pierre et des autres objets qui la caractérisent, on peut se demander si cette époque ne se confond point tout entière avec celle du bronze.

Inutile d'observer que ces grandes époques de la pierre, du bronze et du fer, que nous ne faisons pas difficulté d'admettre, n'ont point le sens général que quelques-uns se sont plu à leur attribuer. Ce n'est pas simultanément que les divers groupes de l'humanité ont utilisé la pierre, le bronze et le fer. Il est encore aujourd'hui des peuplades qui ignorent la fabrication des armes et des outils en métal. Notre Occident lui-même, à cause de son éloigne-

ment du berceau de l'humanité et du foyer de la civilisation, en était sans doute encore à l'âge de la pierre, lorsque déjà florissait en Orient l'industrie métallurgique.

Ce n'est pas assez de dire que ces trois phases industrielles n'ont pas été simultanées dans tout l'univers ; il faut ajouter, pour prévenir toute erreur, que certains peuples ont pu passer sans transition de la première à la dernière ou même débuter par celle-ci. Tout prouve, par exemple, que l'Afrique n'a pas eu d'âge du bronze, ni probablement d'âge de la pierre. Si grossière que soit l'industrie des nègres de cette contrée, il semble que de tout temps le fer y eut sa place. On serait tenté d'y voir les descendants de ce Tubalcaïn que la Bible nous donne pour le premier des métallurgistes. A défaut de biens d'un ordre plus élevé, Dieu aurait laissé à cette race déshéritée, qui porte encore sur sa face le signe de la malédiction lancée sur Caïn, son aïeul, cet avantage tout matériel, dont pouvaient plus aisément se passer les peuples pasteurs et agricoles issus de Seth.

Il n'y a aucune preuve que l'Asie elle-même ait eu son âge de la pierre, car les outils en pierre qu'on y a trouvés ont été, suivant toute vraisemblance, utilisés à une époque relativement récente, conjointement avec le métal. Il se peut donc que le premier homme ait connu l'usage des métaux. La Bible ne s'explique point clairement à cet égard ; car, en observant que Tubalcaïn « fabriqua toutes sortes d'ouvrages d'airain et de fer », elle ne dit point expressément que personne ne l'avait précédé dans cet art. En supposant qu'il en ait été ainsi, l'âge de la pierre n'eût pas été de longue durée, puisque ce personnage représente la septième génération à partir d'Adam.

IV

Il y aurait beaucoup à dire sur les subdivisions introduites à plaisir par M. de Mortillet dans les âges de la pierre taillée, du bronze et du fer. Nous serons à leur sujet aussi bref que possible.

On l'a vu par le tableau qui précède, les quatre divisions qu'il a plu au chef de l'école préhistorique d'introduire dans l'âge paléolithique ou de la pierre taillée seraient représentées par les stations de Chelles, du Moustier, de Solutré et de la Madeleine. De là les époques *chelléenne, moustérienne, solutréenne* et *magdalénienne,* qui se partageraient les temps quaternaires.

Chacune de ces prétendues époques serait caractérisée par la forme des outils alors en usage. La première, l'époque *chelléenne*, n'aurait connu qu'un seul instrument, la hache en amande. A cette forme unique auraient succédé les pointes et les grattoirs de l'époque *moustérienne.* Puis ces pointes auraient revêtu, à l'époque de *Solutré,* une finesse extrême et se seraient substituées aux autres types. Enfin, à leur tour, elles auraient, à l'époque *magdalénienne,* cédé la place aux instruments en os et aux couteaux en silex.

Tout cela est sans doute très ingénieux, très méthodique, et serait fort commode dans la pratique, si les faits voulaient s'accommoder à la théorie. Malheureusement il s'en faut qu'il en soit toujours ainsi.

D'abord, si c'est ingénieux, c'est, en revanche, fort peu rationnel. Conçoit-on, par exemple, que l'homme dépourvu de métal, mais possédant déjà une industrie relativement avancée, comme l'indiquent les pointes de flèche ou de lance du type solutréen, n'ait pas eu l'idée soit d'utiliser comme couteau un éclat naturel de silex, soit d'en détacher artificiellement une lame, soit même d'employer comme poinçons les os des animaux dont il mangeait la

chair, et qu'il lui ait fallu des milliers d'années sinon de siècles pour se mettre en possession de ces outils pourtant si rudimentaires, le couteau en silex et le poinçon en os! L'homme de Chelles aurait eu la hache pour abattre les animaux qui servaient à sa nourriture; celui du Moustier et de Solutré, des flèches pour les atteindre et des lances pour les frapper; celui de la Madeleine, des lames pour les dépecer et des poinçons pour coudre leurs peaux; mais ni l'un ni l'autre n'aurait eu le tout à la fois! Est-ce assez systématique?

Sans doute, parmi les archéologues qui admettent la classification de M. de Mortillet, il en est qui ne l'entendent pas d'une façon aussi absolue. Pour eux, chacune des époques en question est caractérisée, non par l'usage exclusif, mais par la prédominance des objets ci-dessus mentionnés. Mais cela même est-il fondé?

A coup sûr rien ne s'oppose, *à priori*, à ce que l'industrie ait suivi une marche analogue, et peut-être a-t-elle, dans certaines localités, progressé de la sorte; mais du fait local au fait général il y a loin, et s'il nous semble assez naturel que l'homme ait parcouru, dans un lieu déterminé, les étapes successives qu'on nous indique, nous trouvons peu vraisemblable que ces progrès industriels, si progrès il y a, aient été constants et uniformes, qu'ils se soient produits en tout lieu et d'une façon simultanée.

Ce n'est pas ainsi que les choses se passent aujourd'hui. Les modifications qui se produisent dans l'industrie sont loin d'être générales, et il n'est pas à croire qu'il en ait été autrement à une époque où les communications étaient plus difficiles, les relations moins fréquentes et, partant, l'isolement de chaque peuple ou peuplade beaucoup plus marqué qu'il ne l'est de nos jours. Rien n'empêche qu'on n'ait taillé le silex suivant deux types différents dans la vallée de la Somme et sur les bords de la Vézère. Pour nous prouver que cette diversité d'usages

correspond à une succession de temps, il nous faudrait des faits nombreux, concluants, décisifs, et, ces faits, nous les cherchons en vain.

On aime à invoquer, à l'appui de la théorie que nous discutons, de prétendus cas de superposition qu'on aurait constatés à Saint-Acheul (Somme), ainsi que dans les vallées de la Seine et de la Seugne (Charente); mais un savant consciencieux et autorisé (1) a montré ici même que dans toutes ces localités les types étaient réellement confondus, et qu'il fallait renoncer à l'espoir d'y trouver la confirmation du classement proposé. M. de Mortillet a dû lui-même, après une longue résistance, reconnaître que son type *acheuléen* manquait de la fixité nécessaire pour caractériser la première de ses époques paléolithiques. C'est alors qu'il a adopté le type *chelléen*, bien que le gisement de Chelles (Seine-et-Marne) ne soit pas lui-même à l'abri de tout mélange, et qu'on n'y ait point constaté cette superposition d'industries qui, au point de vue chronologique, en ferait tout le mérite.

Il se peut néanmoins, répétons-le, que dans quelques localités on ait réellement rencontré superposés quelques-uns des types archéologiques que M. de Mortillet considère comme successifs; mais si l'on observe que, dans l'immense majorité des cas, on les a trouvés pêle-mêle, si même ils ne se présentaient dans l'ordre inverse à celui qu'exige la théorie, on se gardera bien de conclure que la succession admise par le chef de l'école préhistorique a été générale, même en deçà des limites de l'ancienne Gaule.

Même observation par rapport aux divisions introduites dans les âges du bronze et du fer. L'âge du bronze est partagé par M. de Mortillet en deux époques, qu'il appelle *morgienne* (de Morges, près de Lausanne) et *larnaudienne* (de Larnaud, dans le Jura). A la première se rapporte-

(1) M. d'Acy. — V. *Revue des questions scientifiques*, t. VII, p. 617.

raient exclusivement, en même temps que des épées très courtes, les haches à bords droits et à talons, les plus simples de toutes et en apparence les plus primitives ; à la seconde appartiendraient, toujours à l'exclusion d'autres formes, des haches à douille ou à ailerons, c'est-à-dire évidées ou munies de replis extérieurs assujettissant les lèvres du manche.

A coup sûr, rien ne s'oppose à ce que tel ait été le développement de l'industrie du bronze; mais rien ne le prouve non plus. La stratigraphie, qu'il faut toujours interroger en pareille matière, est absolument muette sur ce point. Nulle part on n'a rencontré superposés les deux types réputés successifs. Il est vrai, d'un autre côté, qu'on ne les a guère rencontrés réunis (1); mais le nombre des découvertes d'objets en bronze est jusqu'ici trop restreint pour qu'on puisse rien déduire de cette circonstance. Alors comme aujourd'hui chaque industriel pouvait avoir son mode particulier de fabrication. On pourrait dire : plus qu'aujourd'hui, vu l'isolement relatif dans lequel vivait chaque peuplade par suite de la difficulté des communications.

Il ne suffit donc pas que deux formes soient différentes pour qu'on puisse affirmer qu'elles sont successives. La nature du travail ne nous en dit pas davantage sur l'âge relatif des instruments. Il y a des motifs de croire, en effet, contrairement à l'idée généralement admise, que les formes les plus parfaites sont les plus anciennes. Il est permis d'y voir le produit d'une industrie étrangère, peut-être phénicienne; tandis que les formes plus simples, les haches à bords droits, par exemple, seraient le produit d'une industrie locale rudimentaire qui se serait développée tardivement dans notre pays. Ce qui donne de la

(1) Ces lignes étaient écrites lorsque a paru l'*Inventaire des monuments préhistoriques du Finistère,* par M. Paul du Chatellier. J'y vois que dans *neuf* localités de ce seul département on a trouvé associés les types caractéristiques des deux prétendues époques de l'âge du bronze.

vraisemblance à cette opinion, c'est que la plupart des moules trouvés en France appartiennent à la catégorie des haches à bords plats ou à talons.

En définitive, dans l'état actuel de nos connaissances, le plus sage est de réserver son jugement sur le classement chronologique des objets qui se rattachent à l'âge du bronze.

Quant aux divisions de l'âge du fer, elles rentrent pour la plupart dans le domaine de l'histoire et n'ont point à nous occuper ici. De l'aveu de M. de Mortillet, la dernière, dite *wabennienne,* parce qu'elle est représentée par le cimetière de Waben, se confond avec l'époque mérovingienne. De même, les deux précédentes, — *lugdunienne et champdolienne,* — caractérisées par des découvertes faites à Lyon et à Champdolent, correspondent, la première à la belle époque de la civilisation romaine, la seconde à la décadence.

Jusque-là, la distinction des époques n'est pas douteuse, vu qu'elle est appuyée sur l'histoire ; mais il est moins certain que les deux précédentes, celles de Hallstatt et de la Marne, dites aussi *halstattienne* et *marnienne,* ne se confondent pas en une seule qui n'est autre que la période gauloise. Les légères différences que présentent les deux industries peuvent tenir uniquement à la distance des lieux. Malgré l'extrême facilité des communications qui tend de nos jours à tout unifier, des différences plus marquées se voient, à notre époque, dans des mobiliers séparés par de moindres distances.

Le mieux est donc de s'en tenir, pour l'âge du fer, aux époques gauloise, romaine et mérovingienne que nous a léguées l'histoire.

V

La nouvelle nomenclature d'aspect assez barbare qu'on voudrait nous imposer n'a pas de raison d'être, et nous doutons fort que l'autorité de son auteur parvienne jamais à la faire prévaloir.

La division la mieux marquée des temps préhistoriques est celle qui sépare l'époque quaternaire ou paléolithique de la suivante. Ce n'est pas seulement, nous dit-on, l'industrie qui se transforme avec l'ère nouvelle, c'est la faune qui se modifie par l'extinction ou l'émigration d'un certain nombre d'espèces; c'est l'homme lui-même qui, peut-être, disparaît pour céder la place à de nouvelles races en progrès sur les précédentes. Alors font leur apparition, dans l'outillage, les haches polies, jadis appelées celtiques, et avec elles la poterie et les flèches barbelées en os et en silex. Plusieurs animaux, comme l'éléphant et son compagnon ordinaire, le rhinocéros, qui avaient vécu en compagnie des premières familles humaines établies sur notre territoire, sont tombés sous les coups des chasseurs quaternaires ou ont été victimes des phénomènes violents qui marquèrent la fin des temps géologiques. D'autres, comme le renne, forcés peut-être d'émigrer par suite d'un adoucissement du climat, ont gagné les régions polaires plus en rapport avec leur constitution. Il ne reste plus, dès lors, que nos espèces actuelles, y compris nos animaux domestiques jusque-là inconnus. Il semble que les populations elles-mêmes ont été en grande partie, sinon totalement, renouvelées. Le type dolichocéphale (à crâne allongé) cède la place au type brachycéphale (à crâne large) qui désormais prédomine. Les mœurs sont différentes : l'homme n'est plus seulement chasseur et pêcheur ; il s'adonne à l'agriculture et à l'élevage des troupeaux. Ce n'est plus le sauvage sans idées morales et religieuses

des premiers temps : il croit à la vie future et, en conséquence, enterre ses morts avec respect.

A part ce dernier caractère que rien n'autorise à refuser à l'homme quaternaire, nous reconnaissons volontiers que les divers traits de ce tableau distinguent nettement l'âge de la pierre taillée du suivant. Cette distinction est même, à tous égards, assez tranchée pour qu'on ait pu se demander s'il ne s'était point écoulé entre les deux époques un certain laps de temps pendant lequel la vie eût été interrompue en nos contrées. Certains faits, empruntés principalement à la stratigraphie, semblent confirmer l'existence de cette lacune à laquelle on a donné le nom d'hiatus. Sur les bords de la Saône, un intervalle considérable, vide de tout vestige humain, sépare les dépôts quaternaires de ceux de l'époque actuelle (1). La même couche stérile se rencontre, paraît-il, dans un bon nombre de grottes. M. Garrigou qui, en 1875, en avait fouillé 280, observait alors que presque partout les deux niveaux archéologiques étaient séparés tout au moins par une stalagmite (2). Cette même couche stérile se retrouve à Laugerie-Haute (3) et dans la grotte de la Vache (Ariège) où elle ne mesure pas moins d'un mètre d'épaisseur.

Les mêmes faits se rencontrent, nous dit-on, en Angleterre où, au témoignage de John Evans, « il paraît y avoir un abîme entre l'époque diluvienne (ou quaternaire) et l'époque néolithique, » tout au moins au point de vue industriel. Aussi cet auteur ajoute : « La race d'hommes qui a fabriqué les instruments paléolithiques les plus récents avait, selon toute probabilité, disparu depuis un temps très reculé, alors que le pays a été peuplé de nouveau par une autre race qui ne se contentait plus d'éclater

(1) Adrien Arcelin, *Étude d'archéologie préhistorique*, p. 27.
(2) Nadaillac, *Premiers hommes*, t. I, p. 225.
(3) Mortillet, *Préhistorique*, p. 372.

les instruments en silex dont elle se servait, mais qui polissait ces instruments et qui, en outre, était contemporaine d'une faune ressemblant beaucoup plus à la faune actuelle qu'à celle de l'époque quaternaire (1). »

Si l'*hiatus* qu'on nous signale était réel, s'il y avait eu vraiment une interruption dans la vie, pendant un certain laps de temps, à la fin de l'époque quaternaire, il serait tout naturel d'attribuer ce fait au déluge mosaïque, d'autant que, suivant toute probabilité, le phénomène qui eût entraîné cette disparition momentanée des êtres vivants aurait dû consister en une ou plusieurs grandes inondations. On s'est demandé, il est vrai, s'il ne fallait point attribuer cet effet au froid de la période glaciaire : mais la grande extension des glaciers est bien plus ancienne ; d'un autre côté, personne ne croit plus aujourd'hui au prétendu manteau de glace qui, d'après certains auteurs, eût recouvert à cette époque l'Europe entière, plaines, vallées et montagnes. Les phénomènes qui ont principalement caractérisé l'époque quaternaire et qui, dans l'hypothèse de l'hiatus, en eussent marqué la fin, étaient certainement de nature diluvienne. Les géologues n'ont aucun doute à cet égard ; et pour fournir la preuve de leur opinion, ils n'ont qu'à montrer les limons, les graviers et les cailloux roulés qui remplissent les grottes, souvent à une grande distance des cours d'eau actuels et à une grande hauteur au-dessus de leurs plus fortes crues.

Toutefois la vérité nous oblige à dire que l'hiatus n'est point aussi marqué qu'on l'a prétendu et que le prétendent toujours les chefs de l'école préhistorique en France, MM. Cartailhac et de Mortillet. Plusieurs formes industrielles de l'époque quaternaire se retrouvent à la suivante (2).

(1) *Les âges de la pierre*, traduction Barbier, p. 685.

(2) Ed. Piette, *Les vestiges de la période néolithique comparés à ceux des âges antérieurs*, Comptes rendus du Congrès scientifique de Nantes, 1875, p. 919.

La faune a moins varié encore que l'industrie. Aucun animal nouveau n'est apparu ; seulement quelques-uns, qui vivaient à l'époque antérieure, se sont éteints ou ont émigré, ce qui s'explique aisément par la chasse que l'homme leur faisait ou par une modification survenue dans le climat. L'homme quaternaire se retrouve lui-même à l'époque actuelle, au dire des anthropologistes (1). Enfin, quoi qu'on en dise, les caractères considérés comme distinctifs de l'une et de l'autre époque se rencontrent assez souvent mélangés et confondus. Le tableau suivant, qui résume les rapides recherches que nous avons faites à ce sujet, en fournira la preuve.

Il se peut, assurément, que quelques-uns de ces mélanges soient accidentels ou résultent de remaniements ultérieurs ; mais il n'est pas probable que tel soit toujours le cas. Nous n'avons point eu la prétention, du reste, d'épuiser la liste des mélanges qui viennent à l'encontre, non seulement de la théorie de l'hiatus, mais aussi d'un brusque passage d'une époque à la suivante.

Nous aurions pu, par exemple, citer, avec M. de Nadaillac (2), l'abri de Lafaye (Tarn-et-Garonne) et le Trou-d'Argent (Basses-Alpes), où des fragments de poterie ont été trouvés associés à des ossements d'animaux disparus ; nous aurions pu surtout insister sur la fréquence de ces rencontres en Belgique et en Allemagne, fréquence telle qu'aucun géologue de ces pays n'hésite à faire remonter la céramique à l'époque quaternaire, à moins qu'il ne préfère faire descendre certaines espèces dites quaternaires jusqu'à une époque très récente (3). Nous avons

(1) Broca, *Compte rendu du Congrès scientifique de Lyon*, 1873, p. 681 ; Quatrefages, *L'espèce humaine*, p. 256-257.

(2) *Les premiers hommes et les temps préhistoriques*, t. I, p. 99.

(3) " Dans les grottes de toute l'Allemagne, dit un célèbre professeur allemand, Fraas, les fragments de poterie se trouvent mélangés avec les restes des animaux quaternaires. " *(Congrès préhistorique de Bruxelles, Compte rendu*, p. 455.) M. de Nadaillac dit de son côté de la Belgique : " Presque toutes les cavernes fouillées chez nos voisins ont donné de la poterie, et

MÉLANGE DES FAUNES ET DES INDUSTRIES PALÉOLITHIQUES ET NÉOLITHIQUES

LOCALITÉS	CARACTÈRES PALÉOLITHIQUES	CARACTÈRES NÉOLITHIQUES	SOURCES
Pondres (Gard)	Grand ours, éléphant, rhinocéros	Poterie, hache polie	*Matériaux*, I, p. 60; II, 492; X, 332.
Nabrigas (Lozère)	Grand ours	Poterie	Joly, *L'homme avant les métaux*, p. 46.
Lherm (Ariège)	Grand ours, rhinocéros, renne	Poterie, animaux domestiques	*Matériaux*, 1875, p. 14.
Bize (Aude)	Grand ours, renne	Poterie	*Bull. soc. anthrop.*, 1867.
Néron (Ardèche)	Grand ours, éléphant, rhinocéros	Chien	*Matériaux*, 1872, p. 429.
Carrière de Roffit (Charente)	Eléphant, rhinocéros	Pierre polie	*Matériaux*, III, p. 27.
Cinq grottes de la Charente	Grand ours, renne, hyène	Pierre polie	*Matériaux*, III, p. 28.
Aurignac (Haute-Garonne)	Espèces quaternaires	Poterie	*Annales des sciences natur.*, 1861.
Solutré (Saône-et-Loire)	Mammouth, renne	Poterie, cheval	Arcelin, *Mâconnais préhist., etc.*
Thorigné en Charnie (Mayenne)	Renne	Hache polie, flèches, poterie	*Matériaux*, 1876, p. 284.
Cumières (Meuse)	Renne	Poterie	Liénard, *Homme de Cumières*, 1874.
Sorde (Landes)	Renne	Pierre polie	*Matériaux*, 1874, pp. 101 et 421.
Lourdes (Hautes-Pyrénées)	Renne	Animaux domestiques	*Matériaux*, I, p. 155.
Chassey (Saône-et-Loire)	Renne	Poterie	Nadaillac, *Premiers hommes*, I, 392.
Saint-Gor (Landes)	Renne	Flèches néolithiques	*Matériaux*, 1879, p. 263.
La Bastide (Basses-Pyrénées)	Renne	Poterie	*Matériaux*, 1873, p. 456.
Grotte de Minerve (Aude)	Grand ours	Animaux domestiques	Nadaillac, *op. cit.*, I, 63.
Diverses grottes en Italie	Grand ours	Haches polies, jade	*Matériaux*, 1867, p. 496; 1873, p. 142.
Munzingen (Suisse)	Renne	Poterie, jaspe	*Congrès du Havre*, 1877.
Grottes de la Lesse (Belgique)	Mammouth, renne	Poterie, animaux domestiques	*Congrès préhist. de Bruxelles*, 1872.
Kiokkenmœddings danois	Renne	Pierre polie, chien	*Matériaux*, passim.
Hohlefels (Souabe)	Mammouth, rhinocéros, lion	Poterie	*Congrès préhist. de Stockholm*, p. 121.
Grottes de Moravie (Autriche)	Grand ours, lion	Poterie, haches polies	*Matériaux*, 1872, p. 40.

pensé toutefois que les exemples allégués suffisaient pour montrer à quel point il y avait, là encore, empiètement d'une époque sur l'autre, bien que cette division des temps préhistoriques soit de toutes la mieux établie (1). On peut juger par elle de la valeur des autres. C'est la seule conclusion que nous songions à tirer de la courte discussion qui précède.

HAMARD.

le musée de Bruxelles, ainsi que beaucoup de collections particulières, en offrent des séries complètes d'une incontestable authenticité. „ *(Premiers hommes*, t. I, p. 98.)

(1) Il eût fallu doubler tout au moins notre tableau, si nous avions fait entrer en ligne de compte, comme caractères de l'âge de la pierre taillée, les objets d'un aspect franchement paléolithique se rapportant aux types de Chelles, du Moustier et de la Madeleine.

LES STATIONS ZOOLOGIQUES

DES BORDS DE LA MER

Fin (1).

La faune marine, que l'on étudie dans les stations zoologiques des côtes, ne présente ni moins de variété, ni moins de merveilles que la faune terrestre. Comme elle est généralement peu connue, nous nous proposons d'en tracer ici un exposé succinct.

Parmi les *Zoophytes ou Animaux-plantes* des anciens zoologistes, appelés aujourd'hui *Cœlentérés,* on range des formes très différentes, au premier aspect, les unes des autres, notamment les Éponges, les Anémones de mer, les Coraux, les Méduses, les Hydres, etc.

Le corps de ces animaux est composé de parties semblables qui rayonnent autour d'un axe central, au nombre de 4, de 6, ou d'un multiple de ces chiffres ; leur symétrie, au lieu d'être bilatérale comme chez les Vertébrés, les Articulés et les Mollusques, est donc radiée. Quelle que soit leur diversité apparente, tous peuvent être ramenés à une même forme fondamentale, celle d'un sac, tantôt

(1) Voir la livraison précédente, pp. 42 sqq.

simple, tantôt accompagné de canaux périphériques ; c'est à son intérieur que la nourriture est digérée ; c'est de là qu'elle est ensuite entraînée vers les organes. Ce sac est donc à la fois l'appareil digestif et l'appareil circulatoire ; il ne communique avec l'extérieur que par une seule ouverture, située à l'un des pôles de l'axe central et entourée, sauf chez les Éponges, d'une ou de plusieurs couronnes de tentacules ; ceux-ci ont valu à ces animaux le nom de *Polypes*.

La plupart sécrètent un squelette, tantôt corné, tantôt calcaire ; beaucoup possèdent des *organes urticants* ou *nématocystes :* « ce sont de petites capsules remplies d'un liquide vénéneux et renfermant chacune un long fil élastique enroulé en hélice, parfois barbelé, qui se débande brusquement, devient externe et rigide, dès que la capsule subit un léger attouchement.

» Semblables à de minuscules flèches empoisonnées, les filaments des nématocystes peuvent pénétrer d'une faible quantité dans les téguments des animaux, en instillant, en même temps, une partie du liquide des capsules. Les êtres de petite taille meurent brusquement, comme foudroyés (1). » Chez les animaux de grande taille et chez l'homme, ces organes déterminent une urtication cuisante, bien connue des baigneurs.

L'embranchement des *Cœlentérés*, très vaste, se partage en plusieurs classes :

1° Les plus simples sont les Spongiaires, dont le type nous est fourni par l'Éponge usuelle. L'éponge, telle qu'elle est utilisée, n'est qu'un réseau de fibres cornées qui ont été sécrétées par une colonie d'individus ; au moment où on la pêche, on voit qu'elle est recouverte par une écorce gélatineuse, vivante, criblée de nombreux pores qui peuvent s'ouvrir ou se fermer ; ils permettent à l'eau d'entrer dans de nombreux canaux, tapissés de cils vibratiles, qui sillon-

(1) Plateau, *Zoologie élémentaire*, 2e édition, p. 454.

nent la colonie ; l'eau sort ensuite par d'autres tubes, plus larges et moins nombreux, qui débouchent au dehors par des orifices bien visibles, les *oscules*.

Les Éponges vivent particulièrement dans la Méditerranée, la mer Rouge et le golfe du Mexique ; elles se fixent à des profondeurs de 8 à 40 mètres, sur des rochers ou des bancs de coraux. Pour les recueillir, on les arrache parfois à l'aide d'une sorte de trident à branches recourbées et tranchantes derrière lesquelles se trouve un filet. Malheureusement, par ce procédé, elles sont toujours plus ou moins détériorées ; les plus belles sont celles que des plongeurs vont détacher au fond de la mer avec un couteau.

Indépendamment de l'Éponge officinale, il y a des espèces, souvent très élégantes et vivement colorées, dont le squelette consiste en aiguilles calcaires ou siliceuses appelées *spicules*.

2° Vient ensuite la classe des *Polypes proprement dits*, des *Anthozoaires* ou *Coralliaires;* on en peut choisir comme type les *Actinies* ou *Anémones marines*. Elles consistent en gros cylindres charnus fixés par un disque, portant autour de la bouche de nombreux tentacules très mobiles qui rappellent par leur forme et leur disposition les pétales d'une fleur double. Malgré ses apparences inoffensives, une Anémone de mer est en réalité un animal des mieux armés. « En beaucoup de places, et surtout aux organes tactiles qui lui servent à prendre sa proie, on trouve une quantité de petites vessies microscopiques, des cellules urticantes..... L'Actinie, le polype le mieux organisé, est très vorace ; elle ne se contente pas d'avaler la viande qu'on lui lance comme nourriture, mais elle prend encore tous les vers, les crustacés, les mollusques et les poissons qui peuvent se trouver dans son domaine. Une des Actinies de l'aquarium — c'était une *Sagartia parasitica* — a saisi et mangé un poulpe (Octopus) plus grand qu'elle. Une grande *Anthea* a pris et avalé un squale de

plus d'un pied de longueur. Grâce à leur vitalité extraordinaire, on arrive facilement à les conserver dans les aquariums ; on est même arrivé à garder vivants certains individus pendant des années consécutives. A Édimbourg, une Actinie réside depuis quarante ans dans un petit aquarium ; elle s'y trouve très bien et a déjà fait plus de mille petits (1). »

La *Sagartia parasitica* se fixe sur les coquilles habitées par les *Bernard-l'hermite* ou *Pagures*.

A Naples on mange beaucoup plusieurs espèces d'Actinies.

Le *Cerianthus* est d'une rare élégance ; « ses bras sont innombrables, fort allongés, fort contractiles, et leurs couleurs sont d'un beau vert émeraude..... Cette remarquable Actinie habite un tube qui se forme autour d'elle par le feutrage des filaments sécrétés par son corps. Elle ne s'épanouit que dans la soirée ou la nuit. Je n'ai rien vu de semblable et de plus beau en fait de fleurs que celles qui sortent tous les soirs des fissures des rochers et à peu de profondeur sous l'eau, le long de la bordure nord du port de Mahon. Au moment du coucher du soleil, il n'est pas exagéré de dire que les rochers du beau port de Minorque fleurissent, qu'ils ressemblent à des corbeilles de fleurs. Aussi les Mahonnais appellent-ils le Cérianthe *Flor de mar* (2) ».

Des animaux voisins des Actinies vivent en colonies et sécrètent des productions calcaires importantes appelées *polypiers;* tantôt elles sont étalées, tantôt, comme chez le corail rouge, elles sont arborescentes. Si le lecteur désire connaître exactement l'aspect du corail vivant, qu'il s'imagine les branches rouges et dures, telles qu'on les trouve dans le commerce, recouvertes d'une écorce molle et rouge sur laquelle s'épanouissent de nombreux polypes dont la

(1) *Guide pour l'aquarium de la station zoologique de Naples,* 1880, pp. 10 et 11.

(2) Lacaze-Duthiers. *Revue scientifique,* 11 août 1888.

bouche est entourée de huit tentacules blancs assez larges. Tous les animalcules d'un même arbuste communiquent entre eux par des canaux qui sillonnent l'écorce dans tous les sens.

Le corail rouge nous est fourni par la Méditerranée. Il croît sur des bancs dans le voisinage de la côte, sur un fond rocheux, d'une profondeur de 80 à 200 mètres ; il est rare qu'il la dépasse. On le pêche surtout sur les côtes d'Alger et de Tunis et dans les îles Ioniennes. A cet effet, on emploie une lourde croix en bois, à laquelle sont suspendus de vieux filets, de vieilles cordes défaites et entortillées, etc. ; cet attirail, attaché à un câble, est traîné sur le fond de la mer. Les coraux restent pris, grâce à leurs pointes, dans les mailles de l'appareil ; on les arrache et on les remonte jusqu'à la surface. Pour en faire le corail du commerce, on brosse les branches ; cette opération enlève l'écorce avec les animaux ; ensuite on lime la surface du tronc corallifère. Après cette première préparation, les morceaux sont frottés avec de l'huile et de la toile enduite de tripoli ; enfin on les polit avec de l'acier (1).

Depuis quelques années on recueille le corail en se servant des appareils à plongeur ; de cette façon, au lieu de dévaster les taillis de corail, on ne choisit que les branches de grosseur convenable.

Le squelette de tous les Coralliaires n'est pas minéral : ainsi celui des *Alcyons ou Polypiers-lièges* a une consistance charnue, et comme il peut absorber une quantité d'eau considérable, l'animal augmente parfois de volume d'une façon surprenante et devient tout à fait méconnaissable. — Les *Pennatules* ou *Plumes de mer* sont ainsi appelées parce que les polypes de ces espèces sont portés par des prolongements implantés à la façon des barbes d'une plume sur une tige centrale qui contient un axe corné fle-

(1) Cf. *Guide pour l'aquarium*, p. 14.

xible. L'aspect de ces colonies, quand elles sont contractées, est loin d'être séduisant; mais elles deviennent magnifiques quand elles sont allongées et gonflées, que les barbes sont étalées et que tous les polypes sont épanouis. Les *Pennatules* s'enfoncent dans la vase ou le sable à l'aide du pied, dépourvu de barbes, de leur tige; elles peuvent aussi changer de place.

3° Les *Méduses* sont des organismes plus compliqués déjà que les Anthozoaires ; leur corps a peu de consistance, et quand elles sont jetées sur la plage, elles se résolvent en paquets gélatineux d'aspect déplaisant. Pour apprécier exactement leur forme, il faut les voir nager : elles ont alors l'aspect d'un disque ressemblant beaucoup à une ombrelle ou à un champignon, dont les contractions rythmiques les font avancer ; ces contractions sont tellement régulières qu'elles ont valu aux Méduses le nom de *Poumons de mer*. Au centre de la face inférieure, le disque émet une longue tige creuse qui porte la bouche à son extrémité ; du bord de l'ombrelle pendent souvent de longs fils pourvus de nombreux organes urticants. « Il arrive parfois que les baigneurs ressentent une brûlure désagréable : elle provient presque toujours du contact avec des Méduses, dont l'effet est assez puissant pour tuer de petits organismes. Quelques espèces qu'on trouve dans l'Océan, et qui atteignent un diamètre de 30 à 60 centimètres et un poids de 25 à 30 kilogrammes, peuvent devenir dangereuses, même pour l'homme. Les migrations des Méduses sont très intéressantes. A de certaines époques, elles se réunissent en quantités immenses et, nageant par bandes, commencent leurs migrations. Ces hordes de Méduses peuvent arrêter la marche des navires pendant des heures et même des journées. La cause de ces migrations provient probablement de ce qu'une certaine partie de la mer aura eu un surcroît de population trop considérable, qui aura amené un manque de moyens de

subsistance ; on peut y voir aussi des influences climatériques (1). »

Beaucoup de Méduses présentent les curieux phénomènes connus sous le nom de *génération alternante;* en voici les phases. Les Méduses, que nous appellerons A, contiennent des organes génitaux et se reproduisent par voie sexuelle ; les larves issues de leurs œufs fécondés se fixent à quelque support et se transforment insensiblement en des êtres qui diffèrent complètement des Méduses, mais ressemblent beaucoup à des Coralliaires : c'est la génération B. Ces individus ne sont pas sexués, mais tôt ou tard ils développent des bourgeons qui prennent peu à peu la forme de Méduses et finissent par se détacher de la colonie-mère B pour nager librement ; l'espèce aboutit donc encore à la génération A, et le même cycle se reproduit constamment.

4° Les *Siphonophores* sont incontestablement les créatures les plus admirables en même temps que les plus délicates ; ils sont réservés presque exclusivement aux mers chaudes et se tiennent ordinairement au large. Ils se composent d'une tige libre, contractile ; souvent son extrémité supérieure, renflée, contient une vessie aérienne et joue le rôle d'appareil hydrostatique ; chez les espèces dont la tige est longue et spiralée, elle sert principalement à maintenir la colonie dans une position verticale ; une ouverture située à son sommet permet à son contenu gazeux de s'échapper librement.

La tige est creusée d'un canal dans lequel circule le liquide nourricier, grâce aux contractions de la paroi et à l'action de cils vibratiles.

Sur la tige se trouve un véritable fouillis d'appendices, parmi lesquels on distingue de petits tubes avec une bouche et un long filament préhensile armé de capsules urticantes, puis des bourgeons sexuels mâles et d'autres

(1) *Guide pour l'aquarium*, p. 17.

femelles ; chez certaines espèces, il s'y ajoute des tentacules, des *boucliers*, c'est-à-dire des sortes d'écailles cartilagineuses en forme de feuilles, destinées à protéger les appendices précédents, puis des vésicules natatoires avec des muscles puissants.

Les naturalistes s'accordent aujourd'hui à regarder un Siphonophore comme une colonie de polypes dont les membres, au lieu d'être tous semblables comme chez les Coralliaires, sont au contraire très différents par leur forme, leur structure et leur fonction : tubes en suçoir ou siphons, bourgeons sexuels, boucliers, tentacules, vésicules natatoires seraient donc autant d'individus.

Les Siphonophores les plus célèbres sont la *Vélelle* et la *Physalie*.

A la surface de la Méditerranée on voit évoluer, quand le temps est beau, des flottilles entières de créatures que les matelots appellent *Petites Galères* et les naturalistes *Vélelles* (fig. 4) ; ce sont des animaux d'un bleu superbe,

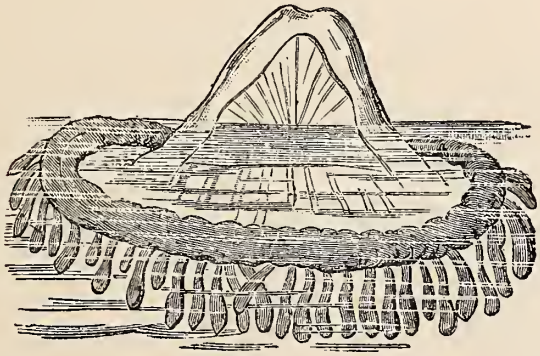


Fig. 4. — Vélelle ou Petite Galère nageant.

composés d'un disque ovale d'où pendent de nombreux filaments vivement colorés et d'où s'élève une crête verticale,

blanchâtre, qui sort un peu de la mer, donne prise au vent et permet ainsi à la petite galère de naviguer vent arrière. En réalité cet ensemble n'est pas un individu unique; mais tous les filaments sont autant d'animaux, et au centre du disque (fig. 5) il en est un plus gros, qui est en quelque sorte le père nourricier de toute l'association ; seul il possède une bouche et des glandes digestives, seul il absorbe les aliments et, quand il les a rendus assimilables, il en dirige la plus grande partie vers les autres individus,

Fig. 5. — Vélelle, vue en dessous.

qui occupent la circonférence du disque. Ceux-ci, à leur tour, sont exclusivement chargés de reproduire l'espèce; à cet effet, ils forment des bourgeons à leur surface, et quand ceux-ci sont mûrs, ayant une forme voisine de celle des Méduses, ils se détachent de la colonie-mère (fig. 6) et vont au loin devenir d'autres Vélelles.

La *Physalie* ou *Grande Galère* (fig. 7) est encore une de ces colonies de polypes que M. de Lacaze appelle pittoresquement des sociétés coopératives. C'est une vessie aérienne, d'un beau rose, grosse comme le poing, bordée en haut d'une crête qui fait saillie hors de l'eau ; à la face inférieure de la vessie pendent de très nombreux filaments, du bleu et du rose les plus vifs, et d'une prodigieuse élas-

ticité ; çà et là ils portent des renflements bourrés de petits organes urticants. Entre les filaments, il y a aussi des tubes plus larges, ouverts à leur extrémité libre, et portant à leur base des glandes digestives.

Une proie arrive-t-elle à portée de la Physalie, immédiatement elle est enlacée par la chevelure de filaments, qui la paralysent à l'aide de leurs organes urticants ; puis les polypes en forme de siphon l'arrosent de liquides digestifs, et quand la proie est suffisamment ramollie, ils s'appliquent sur elle et l'aspirent.

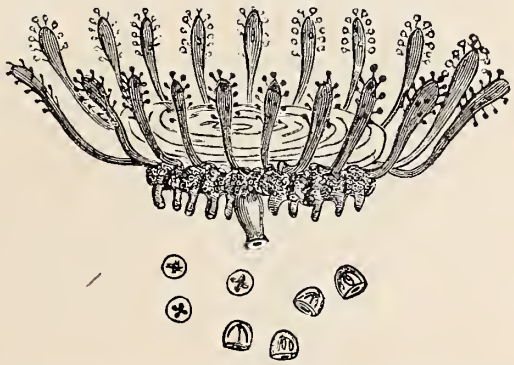


Fig. 6. — Porpite laissant tomber des bourgeons médusiformes.

5° On donne le nom de *Cténophores* (porteurs de peignes) à quelques *Cœlentérés* qui vivent surtout dans les mers chaudes ; ils sont sphériques ou cylindriques, comme la *Cydippe* et le *Béroé* ou *Petit Melon de mer;* parfois, comme le *Cestum* ou *Ceinture de Vénus*, ils ont la forme d'un ruban ; ils se meuvent surtout au moyen des oscillations régulières de huit palettes ciliées qui courent à la surface du corps.

Leur organisation est assez élevée; comme les Méduses, les Siphonophores et beaucoup d'autres animaux

marins, ils sont transparents, ce qui leur permet d'échapper à leurs ennemis et, d'autre part, de s'approcher d'une proie sans lui donner l'éveil.

Quand on examine un Béroé, une Cydippe ou une Cein-

Fig. 7. — Physalie ou Grande Galère.

ture de Vénus, on voit courir autour de son corps de splendides irisations dues à la lumière réfractée par les palettes natatrices qui s'ouvrent et se rabattent rapidement.

Les *Cœlentérés* sont représentés dans la mer du Nord par 4 formes de Cténophores, 7 à 8 espèces de Méduses, 50 d'Hydroïdes, 8 d'Actinies, 3 de Coralliaires à huit tentacules et par 8 Spongiaires à squelette fibreux (1).

Les animaux de l'embranchement des *Échinodermes, Oursins, Étoiles de mer, Holothuries* ou *Concombres de mer, Crinoïdes* ou *Lis de mer* sont beaucoup plus familiers à la généralité des lecteurs que les Zoophytes; aussi nous bornerons-nous à rapporter quelques particularités concernant les espèces les plus curieuses ou les plus répandues dans les aquariums.

Parmi les Oursins, certaines espèces possèdent un appareil masticateur compliqué qui leur permet de broyer des proies assez dures; ceux qui en sont dépourvus avalent une grande quantité de sable ou de vase, digèrent les matières organiques qui s'y trouvent et rejettent ensuite le reste. On mange les ovaires de certaines espèces du genre *Echinus*, surtout de l'*Echinus esculentus;* sur les bords de la Méditerranée, celui-ci constitue une partie notable de la nourriture des pauvres gens.

Les Étoiles de mer n'ont pas d'organes masticateurs, mais elles déversent sur leur proie des sucs assez corrosifs pour la tuer; elles s'attaquent aux poissons et aux crustacés, plus volontiers encore aux mollusques; quand elles s'abattent sur un banc d'huîtres, elles deviennent un véritable fléau.

Dans le tube digestif de *Holothuria regalis* vit en parasite, ou du moins en commensal, un curieux petit poisson, le *Fierasfer;* pour saisir sa nourriture, qui consiste en petits crustacés, il sort de temps à autre de l'Holothurie.

Le « trépang », si recherché des Chinois et des Malais, consiste en individus de l'espèce *Holothuria edulis*, auxquels on a enlevé les intestins et qu'on a séchés ; la pêche

(1) D'après l'excellente *Zoologie élémentaire* de M. Plateau.

du trépang occupe chaque année des flottilles d'embarcations. *Holothuria tubulosa*, si commune dans la Méditerranée, est utilisée aussi comme aliment par la classe pauvre dans plusieurs pays du littoral.

Parmi les Lis de mer ou Crinoïdes, la *Comatule* de la Méditerranée est certainement une des formes les plus intéressantes par ses métamorphoses. Quelque temps après sa sortie de l'œuf (fig. 8), elle rappelle vivement les Crinoïdes des terrains anciens, devenus si rares dans les mers

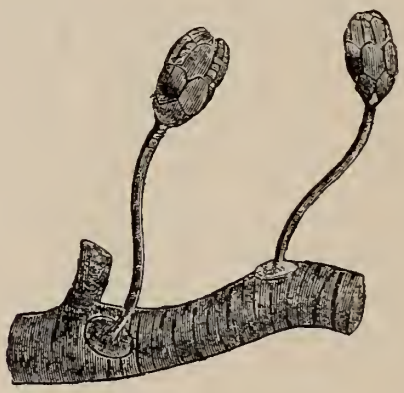


Fig. 8. — Jeune Pentacrine.

actuelles ; ensuite la Comatule se détache de la tige qui la fixait à un support et alors elle peut nager librement ; dans ce dernier état elle ressemble plutôt à une Étoile de mer (fig. 9 et 10). Pendant longtemps ces métamorphoses ont échappé à l'attention des naturalistes, aussi donnaient-ils des noms différents et des positions systématiques diverses aux deux formes signalées tout à l'heure : la première était appelée *Pentacrine d'Europe,* et l'autre était la *Comatule de la Méditerranée ;* aujourd'hui l'espèce se nomme *Antedon rosaceus.* Chaque année les élèves peuvent être témoins,

dans les stations zoologiques, de toutes les phases de la métamorphose.

Dans la mer du Nord vivent, d'après M. Plateau, 3 espèces d'Holothurides, 7 Échinides et 6 ou 7 formes d'Astéroïdes.

Les zoologistes modernes ont créé pour les Vers un embranchement distinct ; à côté d'espèces familières à tout

Fig. 9. — Pentacrine d'Europe.

le monde, telles que le ver de terre, les sangsues, les ascarides, les ténias et la trichine, il renferme un très grand nombre d'autres formes, extrêmement variées, qui vivent presque toutes dans la mer.

Celles dont l'organisation est la plus élevée forment la classe des *Annélides;* loin d'inspirer la répulsion comme les vers cités plus haut, elles possèdent des formes très

élégantes et sont souvent parées des plus vives couleurs. Ordinairement ces animaux se groupent les uns auprès des autres et constituent d'admirables parterres sous-marins. Les uns, aux habitudes sédentaires, se construisent des tubes coriaces ou calcaires; d'autres se creusent dans le sable des cavités dont ils imbibent les parois de mucus; d'autres encore cimentent ensemble de petites pierres, des fragments de coquillages et d'autres menus objets et s'en font une cuirasse semblable à celle des larves des friganes.

Fig. 10. — Comatule.

Quand ces vers se croient à l'abri de tout danger, ils sortent la tête par l'ouverture de leur tube et étalent en tous sens leurs branchies en panaches vivement colorés. Leur irritabilité est telle qu'au moindre danger, à la plus légère agitation de l'eau, ils se retirent dans leurs tubes avec la rapidité de l'éclair.

Il y a aussi des Annélides qui errent librement et ne se construisent pas de tubes. Telle est l'*Aphrodite* ou *Che-*

nille de mer, dont les anneaux sont recouverts de larges écailles et d'un feutrage de poils ; écailles et poils resplendissent de reflets métalliques. Nous citerons encore l'*Hermione*, hérissée de soies recourbées en hameçon qui, lorsqu'on touche l'animal, pénètrent dans la peau et produisent une inflammation cuisante ; et les *Eunice*, très longues, remarquables par leurs reflets métalliques et par une centaine de bouquets de branchies.

La mer fournit encore aux savants qui séjournent dans les laboratoires un riche tribut de Vers parasites, extérieurs ou intérieurs, des poissons et des autres animaux marins ; des *Turbellariés* ou *Planaires,* qui ont la forme de feuilles et sont souvent ornés de couleurs vives ; et des *Géphyriens,* qui ressemblent beaucoup aux Holothuries et ont souvent été confondus avec elles. A cette classe appartient l'étrange *Bonellie verte,* dont le corps cylindrique, renflé sur une certaine étendue, porte une tête considérablement allongée et bifurquée à son extrémité ; cette tête en forme de trompe est creusée d'une rigole dans laquelle la nourriture glisse vers la bouche. Fait étonnant! M. de Lacaze, qui a étudié spécialement la *Bonellie*, constatait que tous les individus étaient femelles ; en vain il explorait attentivement les endroits fréquentés par cet animal, jamais il ne découvrait de mâle. Toutefois, pendant ses recherches, il avait remarqué souvent de petits vers blancs logés dans la gouttière de la trompe ; ne les ayant pas examinés d'une façon approfondie, il les considérait simplement comme des parasites ; mais en réalité, comme on le reconnut plus tard, ces petits vers blancs sont les mâles de la Bonellie, réduits à une taille de pygmées et vivant en parasites aux dépens de la femelle.

A l'embranchement des Vers les naturalistes annexent généralement un animal assez bizarre, le *Balanoglossus;* deux espèces ont été trouvées dans la Méditerranée, et une autre dans les mers septentrionales ; il passe sa vie, enfoui dans le sable ou la vase, ne laissant sortir qu'une longue

trompe. Les larves ressemblent d'une façon surprenante à celles des Échinodermes, au point que Johannes Müller s'y est laissé tromper; d'autre part, il rappelle les Tuniciers par sa respiration branchiale interne, en même temps que plusieurs de ses caractères appartiennent aux Vers annélides.

De tout l'embranchement des *Articulés*, une seule classe est représentée dans la mer, celle des *Crustacés*, si nous faisons abstraction des quelques genres et espèces du groupe des *Pycnogonides*, qu'on rattache, dubitativement d'ailleurs, à la classe des *Arachnides*.

Les Homards prospèrent surtout dans les mers du Nord, où ils sont l'objet d'une pêche importante ; pour s'en emparer, on les attire dans des corbeilles où l'on enferme un appât convenable. De temps à autre, ils changent complètement de peau, ainsi que beaucoup de Crustacés ; comme ils sont entourés d'ennemis voraces, à commencer par leurs congénères, on comprend que cette opération, toujours pénible, doit souvent leur coûter la vie ou, au moins, quelque membre.

La Langouste, également comestible, habite la Méditerranée ; proche parente du Homard, elle en diffère toutefois, notamment par l'absence de pinces à la première paire de pattes, et par les antennes qui sont presque aussi longues que le corps.

Les Pagures, plus connus sous le nom de Bernard-l'hermite, ont l'abdomen allongé, comme le Homard et la Langouste; mais au lieu d'être enveloppé dans une carapace, il est complètement mou ; aussi, pour se protéger, l'animal s'installe dans des coquillages abandonnés ; s'il le faut, il mange préalablement le propriétaire de la coquille qui lui plaît. L'extrémité de l'abdomen porte deux petites pattes à crochet à l'aide desquelles notre ermite se fixe si solidement à son abri qu'on le mutile presque toujours quand on veut l'en extraire. En cas de danger, le Pagure

se retire complètement dans le fond de la coquille ; vient-il à grossir, il se met en devoir de changer de logis. Dans les aquariums on assiste souvent à cette opération, qui est conduite, paraît-il, avec une prudence extrême. « Lorsqu'il a trouvé un coquillage convenable, le Pagure l'examine d'abord très attentivement au dedans et au dehors, plonge profondément ses pinces dans l'ouverture pour s'assurer qu'il ne renferme rien de suspect ; puis lorsqu'il a trouvé tout en ordre, il s'apprête enfin à effectuer l'échange. A cet effet, il saisit la coquille avec ses pinces, la place debout, l'ouverture tournée de son côté ; puis d'un élan il sort de son ancienne coquille pour entrer dans la nouvelle, comme s'il se doutait que la partie postérieure de son corps, molle et savoureuse, est un morceau fort appétissant pour des poissons affamés (1). »

Habituellement on remarque, implantées sur les coquillages habités par des Pagures, de trois à six Anémones, toujours de la même espèce, *Sagartia parasitica*, qui rendent l'association encore plus bizarre. En réalité, il s'agit ici d'un cas de *commensalisme*, de « relations amicales qu'a fait naître un intérêt réciproque. Pour le Pagure, il consiste, d'après ce que nous pouvons croire, dans la protection que procurent à son habitation les organes urticants de l'Actinie qui éloignent beaucoup de ses ennemis, comme les tortues, les poulpes ; l'Actinie, elle, peut se nourrir plus facilement, puisqu'elle n'a plus à attendre, comme ses sœurs qui se fixent au rocher, que la nourriture lui tombe dans la bouche. La vie errante de son ami la met en contact avec nombre d'animaux, ou bien encore elle butine dans les repas du crustacé... Mais ce qu'il y a de plus merveilleux dans les relations qui existent entre ces deux animaux si disparates, c'est que le crustacé connaît son amie et que non seulement il cherche à couvrir d'Actinies une coquille qui ne l'est pas, mais encore, qu'en changeant

(1) *Guide pour l'aquarium*, p. 36.

d'habitation, il emmène avec lui sa camarade. On a essayé d'enlever à un Pagure toutes ses Actinies et, sous les yeux de l'observateur, il les remettait à leur place, en les pressant avec ses pinces sur la coquille jusqu'à ce qu'elles y fussent fixées » (1) !

Parmi les Crabes, plusieurs sont intéressants par les ruses auxquelles ils recourent pour se rendre méconnaissables : algues, éponges, polypes, bryozoaires, ascidies, coquillages, cailloux, sont retenus sur leur carapace par de petits piquants recourbés. Sous ce masque protecteur, ils passent inaperçus de leurs ennemis et s'approchent de leur proie sans l'effaroucher ; d'autres s'enfoncent dans le sable jusqu'aux yeux et dans cette position surveillent attentivement les environs.

C'est aux Crustacés qu'on rapporte aussi certains types, absolument méconnaissables, tels que la *Sacculine* (fig. 11),

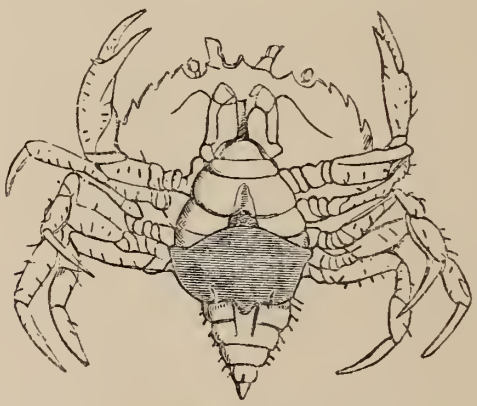


Fig. 11. — Sacculine fixée sur l'abdomen d'un crabe.

qui vit en parasite sur les crabes. Son corps ne présente plus de régions distinctes, ni même d'anneaux ; il consiste

(1) *Guide pour l'aquarium*, pp. 36 et 37.

en une tumeur en forme de sac greffée sur la face inférieure de l'abdomen d'un crabe ; bouche, antennes, organes des sens, membres, tout manque complètement. Si l'on ouvre le sac, on n'y voit ni appareil digestif, ni appareil respiratoire, ni appareil circulatoire, mais on y remarque seulement des glandes reproductrices. La tumeur est supportée par un pédoncule court et étroit d'où part une foule de filaments qui traversent le corps du crabe et vont ramper sur l'intestin où ils puisent les sucs nutritifs.

Que de différences, et combien elles sont profondes, entre la Sacculine et l'Écrevisse ! Cependant les larves de la Sacculine ressemblent à celles des autres Crustacés, et ce n'est qu'à partir du moment où elle vit en parasite que commence la dégradation surprenante de cette espèce.

C'est encore dans la mer qu'habite l'immense majorité des Mollusques. Au large vivent les *Hétéropodes*, transparents comme beaucoup d'animaux pélagiques, les *Ptéropodes* ou *Papillons de mer*, ainsi appelés à cause d'une paire de grandes nageoires en forme d'ailes placées près de la tête et dont ils se servent comme les papillons de leurs ailes.

Parmi les Bivalves, relevons quelques espèces curieuses. Le *Lithodome*, qui se creuse des trous dans les rochers, est un mets recherché. On ne sait pas encore comment il parvient à entamer la pierre, car sa coquille ne présente ni dents, ni rugosités. Les trous dont sont creusées les colonnes du célèbre temple de Sérapis, à Pouzzoles, sont dus à des Lithodomes ; ils n'existent que dans une bande large de six pieds qui se trouve actuellement à une certaine hauteur au-dessus de l'eau.

Les *Jambonneaux* peuvent, comme les Moules, s'amarrer aux corps sous-marins à l'aide de filaments élastiques, appelés byssus, sécrétés par des glandes contenues dans le pied. Le byssus des Jambonneaux, plus long et plus fin que celui de la Moule, était transformé autrefois en Italie,

dans d'importantes fabriques, en gants, bas, châles, bonnets, bourses, et même en vêtements.

La *Bucarde*, très recherchée comme comestible, se pêche en grande quantité sur les côtes d'Angleterre et de France. A l'aide de son pied, elle sait se creuser très rapidement des trous dans le sable et s'y enterrer complètement ; pour avancer, elle appuie le pied sur le sol, le raidit et s'élance ensuite à plusieurs pieds de distance : elle progresse donc par de véritables sauts.

La locomotion des *Peignes* n'est pas moins curieuse : ils écartent et rapprochent vivement leurs deux valves et volent en quelque sorte assez rapidement.

Quelques Gastéropodes méritent aussi l'attention. C'est du *Murex* ou *Rocher* que les anciens retiraient la pourpre avec laquelle ils teignaient les vêtements de luxe ; cette substance est la sécrétion d'une glande située dans le manteau du mollusque ; blanche ou jaune pâle à l'état frais, elle devient d'un beau violet après avoir été exposée au soleil. De nos jours l'industrie de la pourpre a complètement disparu, mais chez les anciens elle était importante ; « il y en avait des fabriques dans toute l'Italie et la Grèce. Une des plus grandes éleva à Rome, avec les coquilles des animaux utilisés, le Monte Testaceo (1) ».

La *Tonne* ou *Dolium galea*, espèce de grand colimaçon de la Méditerranée, dispose d'un singulier moyen de défense ; quand elle est attaquée, elle lance par la bouche, en assez forte quantité, un liquide qui contient jusque 2,7 pour cent d'acide sulfurique, et 0,4 pour cent d'acide chlorhydrique ; il provient des glandes salivaires, très grosses chez cette espèce.

Un autre Gastéropode, l'*Aplysie* ou *Lièvre de mer*, rejette, quand on l'excite, une humeur d'un beau rouge-violet, qui présente les mêmes réactions chimiques que les couleurs d'aniline artificielles.

(1) *Guide pour l'aquarium*, p. 48.

Les Mollusques dont l'organisation est la plus élevée sont réunis dans la classe des *Céphalopodes*, dont le Poulpe ou Pieuvre *(Octopus vulgaris)*, bien connu de tous, constitue le type ; il se compose d'une sorte de gros sac contenant les viscères, puis d'une tête qui porte deux grands yeux, une bouche armée de deux mâchoires cornées très dures semblables au bec d'un perroquet, et huit bras très longs parsemés de ventouses. A l'aide de ses bras il rampe, il grimpe, il saisit et retient sa proie, poissons, crabes, mollusques, qu'il attend caché dans une fente ou sous une anfractuosité de rocher. Il nage à reculons en rejetant avec force, par un organe appelé entonnoir, l'eau qui a servi à la respiration.

La Pieuvre a la faculté de changer à volonté la couleur de sa peau. Sur la grève, elle se rend parfois méconnaissable en se recouvrant de cailloux, de coquillages et d'autres objets que ses bras vont chercher aux environs ; quand elle est poursuivie, elle se dérobe à la vue en lançant un jet d'une encre très noire qui obscurcit complètement l'eau à la ronde.

Les Poulpes sont comestibles ; les bras des jeunes sont surtout recherchés. Ils peuvent atteindre une grosseur considérable, et quelques exemplaires gigantesques rencontrés dans l'Océan ont donné naissance à la fable de la pieuvre de la mer. Déjà Pline raconte qu'un animal de cette espèce arriva de nuit près des réservoirs à poissons de Carteia et qu'il effraya les chiens par ses bruits respiratoires et ses bras. Sa tête, qu'on montra à Lucullus, était grande comme un tonneau de quinze amphores, et ses bras, qu'un homme n'embrassait qu'avec peine, atteignaient une longueur de 30 pieds et portaient des ventouses capables de contenir une urne d'eau. Monfort parle d'un poulpe qui, près de Sainte-Hélène, cueillit sur un navire quelques matelots ; on coupa l'extrémité d'un de ses bras qui s'était pris dans des cordages ; elle mesurait encore vingt-cinq pieds. Le navire français *Alecto* a rap-

porté dernièrement des nouvelles d'une pieuvre gigantesque : le 30 novembre 1861, il en rencontra une entre Ténériffe et Madère. L'animal était long de cinq à six mètres, sans compter les huit énormes bras pourvus de ventouses. Sa couleur était d'un rouge ardent et ses yeux d'une fixité effrayante. Son poids a été estimé à environ 2000 kilos. On ne parvint pas à s'en rendre maître; après une chasse de trois heures, on ne prit que des parties de son extrémité postérieure (1). »

La *Seiche* possède huit bras beaucoup plus courts que ceux des Poulpes, et en outre deux autres appendices plus longs qu'elle lance pour saisir sa proie; elle renferme une coquille calcaire interne, en forme de lame ou de semelle, qu'on appelle os de seiche; la sécrétion d'encre est plus abondante, et les changements de coloration sont bien plus remarquables chez elle que chez les autres espèces. Quand la Seiche repose sur le sable, il est difficile de l'en distinguer, et quand elle se trouve sur un fond rocailleux, elle sait en acquérir la couleur; ce curieux phénomène est dû au jeu de cellules spéciales contenues dans la peau.

Les *Calmars* (du latin *calamarium*, encrier) sécrètent aussi une encre fort abondante; leur coquille transparente et flexible ressemble à une plume et leur chair est appréciée.

Certains animaux, rangés il y a peu de temps encore parmi les Mollusques, sont réunis depuis quelques années en un embranchement spécial, exclusivement marin; on leur donne le nom de *Tuniciers*, parce que la plupart ont le corps « limité extérieurement par une enveloppe en forme de sac n'offrant généralement que deux orifices, l'un pour la pénétration des aliments et de l'eau servant à la respiration, l'autre pour l'expulsion de cette eau, des produits génitaux et des résidus de la digestion » (2).

(1) *Guide pour l'aquarium*, pp. 44 et 45.
(2) Plateau, *Zoologie élémentaire*, 2e édition, p. 219.

Malgré la grande simplicité de leur apparence, ces animaux sont extrêmement voisins des Vertébrés ; beaucoup de zoologistes les confondent même ensemble en un embranchement unique, celui des *Chordés*, dont le nom fait allusion à la présence chez tous ces animaux, Vertébrés ou Tuniciers, adultes ou à l'état de larve, d'un cordon cellulaire important appelé *corde dorsale;* cette formation occupe l'axe d'une cloison qui partage le corps de ces animaux en deux cavités principales, superposées l'une à l'autre : celle qui est au-dessus de la corde protège les centres nerveux, et l'autre contient les organes de la vie végétative (1).

Le voisinage immédiat des Vertébrés et des Tuniciers se manifeste le mieux quand on prend comme termes de comparaison, parmi les premiers le plus simple de tous, l'*Amphioxus*, et parmi les autres une *Appendicularia* ou une *Ascidie*. « Charles Julin a montré, en effet, dans un travail de grande valeur (2), qu'il est possible de retrouver chez l'Ascidie adulte les faits principaux de l'organisation des Acraniens et, par conséquent, des Vertébrés.

» L'auteur met en regard deux coupes verticales, celle de l'Amphioxus et celle d'une Ascidie. Toutes deux passent par le centre nerveux et le sac branchial. En faisant abstraction de la couche de tunicine,... on voit l'*épithélium sub-tunical* répondre à l'*épiderme* de l'Amphioxus. On retrouve ensuite, de part et d'autre, une *couche conjonctivo-musculaire*, une *chambre péribranchiale*, recevant l'eau qui a été utilisée dans l'acte respiratoire, un *épithélium péribranchial* tapissant cette chambre, un *sac pharyngien* ou *branchial*, percé d'un nombre considérable d'orifices branchiaux. Enfin la coupe du centre nerveux occupe, dans les deux sections, la même position relative par rapport aux autres parties (3). »

(1) D'après la *Zoologie élémentaire* de M. Plateau.

(2) *Archives de biologie* de MM. Van Beneden et Van Bambeke, tome II, fascicule I, 1881.

(3) Plateau, *Zoologie élémentaire*, pp. 235 et 236.

Presque toutes les Ascidies vivent fixées aux rochers, isolées ou formant des colonies ; seules, les espèces du genre Pyrosome nagent librement ; elles se tiennent au large et contribuent à produire la phosphorescence de la mer.

Contrairement aux Ascidies, les *Salpes* sont toutes libres ; elles sont complètement pélagiques et transparentes, leur cœur présente la singulière particularité d'envoyer le sang alternativement dans deux directions opposées. C'est sur des Salpes que les phénomènes de la génération alternante ont été remarqués pour la première fois ; l'observation en fut faite, en 1819, par le poète Adalbert de Chamisso, pendant le voyage de circumnavigation qu'il faisait avec Kotzebue.

Nos lecteurs connaissent maintenant l'organisation générale des laboratoires maritimes ; ils savent aussi quelles ressources on y trouve pour l'étude de la nature. Qu'il nous soit permis en terminant de formuler un vœu : puissions-nous voir bientôt la Belgique établir sur ses côtes une station zoologique, qui permette aux naturalistes d'entreprendre des recherches non moins profitables à la prospérité matérielle du pays qu'à la science, et un aquarium bien conditionné, qui fournisse aux nombreux amateurs d'histoire naturelle l'occasion de s'initier à peu de frais aux merveilles de la faune marine.

A. Buisseret.

LES MICROBES ET LA VIE

HYGIÈNE ET AGRICULTURE

I

Les précurseurs de la théorie des germes. — Raspail, Schwann et Schrœder. — Premières recherches de M. Pasteur. — La nutrition minérale des ferments. — L'acide tartrique droit et l'acide tartrique gauche.— Dissymétrie moléculaire. — La cause de la fermentation. — Les ferments lactique et butyrique. — Les générations spontanées. — Études sur le panspermisme. — Un tournoi scientifique. — La fleur du vinaigre et les maladies du vin et de la bière.

1830 marque une date mémorable dans l'histoire des révolutions politiques de l'Europe. Cette date marquera également dans l'histoire des sciences, c'est-à-dire des véritables progrès de l'humanité, une étape remarquable. C'était l'époque où les travaux de Humboldt, de Gay-Lussac, d'Ampère, de Cuvier, de Geoffroy Saint-Hilaire passionnaient tous les grands esprits et remuaient les plus grands problèmes de la physique et de la biologie.

Le 19 juillet 1830, Geoffroy Saint-Hilaire, se fondant sur les découvertes de trois sciences nouvelles : l'embryologie, l'anatomie comparée et la paléontologie, défendait avec éclat contre Georges Cuvier la doctrine de l'évolution progressive des organismes et de l'unité de plan.

D'autre part la révolution de juillet avait mis toute l'Europe en émoi. Un ami de Gœthe, alors âgé de plus de 80 ans, vint lui annoncer la grande nouvelle. « Oui », s'écria le grand poète, qui appréciait à leur juste valeur les deux révolutions, la politique et la scientifique, « oui, le volcan est en éruption, tout est en flammes ! » Son ami crut qu'il parlait de l'événement politique, mais Gœthe le détrompa en disant : « Je ne vous parle pas de ces gens-là, c'est bien d'une autre affaire qu'il s'agit. Je parle de l'éclat qui vient de se faire à l'Académie, du débat, si important pour la science, survenu entre Cuvier et Geoffroy. »

On sait ce qu'il advint de la théorie de Geoffroy, qui fut, avec Lamark, le précurseur de Darwin.

Un peu plus tard, professait à l'Université de Louvain un médecin qui laissera dans l'histoire de notre enseignement national une trace lumineuse. Nous voulons parler du Dr Schwann, le fondateur de la théorie *cellulaire,* devenue la base inébranlable de la biologie moderne.

Schwann révéla la structure interne des êtres vivants ; il démontra au moyen du microscope que tous les tissus des plantes et des animaux sont formés par des cellules et par leurs dérivés.

Dès lors l'anatomie générale et pathologique prirent leur essor, et la médecine, armée des instruments de précision de la physique et de la chimie, cessa de reposer sur l'empirisme.

Schwann reconnut que la plupart des substances altérables, chauffées dans un ballon avec de l'eau de manière à chasser l'air par l'ébullition, ne s'altèrent plus quand on a soin de ne laisser rentrer dans le flacon que de l'air calciné, c'est-à-dire chauffé au rouge. Dans ces conditions, le développement des germes des infusoires et des moisissures qui provoquent la putréfaction est arrêté net.

Peu après, Schrœder reprit les expériences de Schwann, et obtint le même résultat en se bornant à filtrer l'air à travers une couche de coton cardé qui arrête au passage toutes les poussières de l'air

Mais Schwann et Schrœder avaient été prévenus, sinon dans leurs expériences, du moins dans leurs conceptions théoriques, par un chimiste français, qui fut en même temps un révolutionnaire des plus ardents dans le domaine de la politique, et qui appliqua le premier ses théories à la pratique médicale.

« En 1824, Raspail, disent ses biographes, présenta à l'Institut le fruit de ses premiers travaux sur la famille des graminées, dont il réduisit au tiers les innombrables espèces en basant sa classification, non plus sur les caractères fugitifs de l'enveloppe, mais sur les caractères anatomiques et physiologiques. Puis il se voua à l'étude de la chimie et écarta du domaine de la science une foule de matières organiques mal étudiées, ce qui lui attira l'animosité de plusieurs chimistes et de ceux qui multiplient les espèces en botanique.

» Enfin ses travaux l'amenèrent à admettre que *le plus grand nombre des maladies proviennent de l'invasion des parasites internes et externes et de l'infection produite dans le corps par leur action désorganisatrice.* C'est en cherchant un agent capable d'étouffer la cause du mal et d'en neutraliser les effets qu'il arrêta sa préférence sur le camphre, déjà connu par ses propriétés antiseptiques et calmantes. »

Plus tard, il développa son système dans son *Manuel de la santé* (1846) et dans le *Fermier vétérinaire*, véritable annuaire de médecine vétérinaire, microbienne et antiseptique.

Raspail continua ses études scientifiques sur l'antisepsie en Belgique (1854), et pratiqua, non sans succès, l'*exercice illégal de l'art de guérir,* sous le couvert d'un médecin belge, dans les villages d'Uccle et de Boitsfort.

Aussi radical en politique qu'en matière scientifique, Raspail fut considéré par les médecins d'alors comme un extravagant. Cependant le professeur Cornil fait observer avec raison qu'il entrevit la théorie cellulaire et fut le précurseur de la théorie des germes de M. Pasteur.

Il est vrai que cette conception théorique, incomplètement justifiée par l'expérience, avait déjà été formulée par les naturalistes de l'antiquité, témoin ce passage de Varron au sujet de la fièvre intermittente :

« La maladie peut être attribuée à des vers ou animaux flottant dans l'air, qui pénètrent dans le corps humain, soit par la bouche ou le nez, soit avec les aliments solides ou les boissons. »

Précisément à l'époque où Raspail se fixa en Belgique, M. Pasteur, qui venait de se faire remarquer par ses études de physique et de chimie moléculaire, fut nommé doyen de la Faculté des sciences de Lille.

La fabrication de l'alcool de betterave et de grains constituant l'une des principales industries du département, M. Pasteur orienta ses recherches vers les problèmes de la fermentation. Son attention avait été appelée sur ce phénomène biologique par une étrange découverte qu'il avait faite en étudiant les propriétés de l'acide tartrique. On sait comment il fut amené, par l'étude des lois de la dissymétrie moléculaire, c'est-à-dire par le raisonnement et le calcul (absolument comme Le Verrier découvrit sa planète), à trouver l'acide tartrique gauche dérivé de l'acide paratartrique.

Ayant remarqué que certaines moisissures, comme le *Penicillium glaucum*, peuvent croître et se multiplier dans une solution purement minérale, composée de sels ammoniacaux à base d'acides organiques et de phosphates alcalins, M. Pasteur offrit pour aliment à ce végétal de l'acide paratartrique dont il avait retiré par dédoublement l'acide tartrique droit et l'acide tartrique gauche, aux propriétés optiques opposées.

A son grand étonnement, au lieu de voir apparaître les deux acides, il n'obtint cette fois que de l'acide tartrique gauche.

Cet acide ne pouvait cependant se former qu'en se séparant d'une quantité rigoureusement égale d'acide tar-

trique droit. M. Pasteur en conclut avec raison que le charbon de cet acide disparu avait servi d'aliment au champignon.

Mais pourquoi la plante s'était-elle attaquée de préférence à celui-ci plutôt qu'à celui-là?

C'est que les forces moléculaires qui sont mises en jeu dans la nature minérale sont des forces d'une nature symétrique, tandis que les forces qui produisent la vie et les matières organisées sont essentiellement dissymétriques.

« La vie, telle qu'elle se présente à nous, proclamait bientôt M. Pasteur devant l'Académie, doit être fonction de la dissymétrie de l'univers ou des conséquences qu'elle entraîne.

» L'univers est dissymétrique, car on placerait devant une glace l'ensemble des corps qui composent le système solaire se mouvant de leurs mouvements propres, que l'on aurait dans la glace une image non superposable à la réalité.

» Le mouvement même de la lumière solaire est dissymétrique. Jamais un rayon lumineux ne frappe en ligne droite et au repos une feuille où la vie végétale crée la matière organique. Le magnétisme terrestre, l'opposition qui existe entre les pôles boréal et austral dans un aimant, celle que nous offrent les deux électricités positive et négative ne sont que des résultantes d'actions et de mouvements dissymétriques. »

Les substances organiques qui entrent dans la composition du champignon étant également dissymétriques, on entrevoit comment les mutations chimiques s'opèrent plus aisément sur un des deux acides que sur l'autre, dans le cours de la nutrition du ferment.

Les lois de l'isochronisme des mouvements moléculaires, ou plutôt la théorie mathématique des ondulations de la matière inventée par Descartes et si merveilleusement appliquée depuis à l'interprétation des phénomènes physico-chimiques par Young, Fresnel, Ampère, Berthelot, etc.,

permet de se rendre compte plus nettement de ces mystérieux phénomènes.

M. Dumas, dans ses mémorables leçons à la faculté de médecine de Paris, avait d'ailleurs formulé déjà cette opposition quand il disait que les minéraux procèdent d'affinités satisfaites, tandis que les êtres vivants et leurs produits immédiats constituent des édifices en équilibre instable dont l'architecture atomique procède d'affinités non satisfaites.

Quoi qu'il en soit, M. Pasteur appela dès lors l'attention du monde savant sur le rôle prédominant de la vie dans les fermentations. Jusqu'alors, dans le monde des chimistes et des physiciens, on considérait ce phénomène comme une décomposition spontanée, en molécules plus simples, des édifices moléculaires compliqués élevés par la vie : ainsi, tandis que Liebig, Berzelius et Mitscherlich attribuaient la fermentation aux propriétés catalytiques des substances albuminoïdes, seul un physicien français, Cagnard Latour, s'était demandé si la fermentation des sucres n'était pas subordonnée à la végétation de certaines cellules, comme celles de la levûre de bière, qui se multiplient par bourgeonnement.

Pasteur posa nettement le problème : l'évolution de la cellule est-elle la cause de la fermentation, ou n'est-elle autre chose qu'un épiphénomène favorisant tout au plus la production des premiers en accumulant des produits organiques en voie d'altération ?

Il n'hésita pas à trancher le problème par l'affirmative, et opposa aux raisonnements de ses adversaires des démonstrations expérimentales irréfutables.

Il institua dès lors la célèbre *méthode des cultures* dans des milieux variés et purifiés, méthode d'où allaient sortir les plus mémorables découvertes de la biologie moderne. Ainsi il cultiva la levure de bière dans une solution de sucre pur additionnée de sels minéraux de phosphore, de potasse, de magnésie et d'azote, c'est-à-dire des éléments du

protoplasme végétal. L'expérience fut concluante : les cellules proliférèrent et le sucre fermenta. Dès lors, la question était jugée et les partisans de Liebig réduits à épiloguer, en demandant, par exemple, *quels sont les ferments des ferments,* s'il est vrai que les ferments président à la décomposition de la matière vivante et déterminent son retour au règne minéral ?

Peu après, Pasteur découvrit, isola et cultiva de la même façon les ferments lactique et butyrique, présentant la forme de petits bâtonnets ; toujours la fermentation fut correspondante au développement de ces microbes, qui semblent se développer spontanément dans une solution sucrée contenant des sels minéraux, et donnent naissance à du lactate de chaux cristallisé, puis à de l'acide butyrique. Mais il ne tarda pas à reconnaître qu'alors que le ferment lactique n'évolue et ne se multiplie que dans un milieu aéré, le ferment butyrique, au contraire, meurt au contact de l'air. Il suffit de faire passer dans la liqueur où il évolue un courant d'air atmosphérique pour arrêter net la fermentation.

De là, division des microbes en deux séries jouissant de fonctions opposées : les *aérobies,* respirant l'air en nature, et les *anaérobies,* qui empruntent l'oxygène aux produits chimiques qu'ils décomposent.

Pasteur reconnut aussi ce fait important, que les germes de ces deux ferments abondent dans les poussières atmosphériques et se déposent sur les parois des vases que l'on emploie.

Il fit voir par d'ingénieuses expériences, variées et multipliées à l'infini, que l'air le plus pur en apparence contient en suspension des milliers de germes de plantes ou d'animalcules qui occasionnent la fermentation et la décomposition des substances dans lesquelles ils pénètrent. Ces germes, qui pleuvent sur tous les corps, invisibles souvent même au microscope, passent à travers les filtres et les bouchons superposés et résistent parfois à des températures très élevées.

Mais en prenant toutes les précautions nécessaires pour empêcher leur accès dans les infusions, M. Pasteur a prouvé que jamais la vie n'apparaît spontanément dans la matière organique, et que les liquides les plus altérables, tels que le vin, la bière, le sang, le lait, l'urine, se conservent indéfiniment, quand on les tient à l'abri des ferments dont l'air est le véhicule.

Ces expériences ont reçu dans ces derniers temps une confirmation éclatante, due aux travaux d'un physicien anglais. M. Tyndall est parvenu à rendre sensibles ces poussières vivantes de l'air. Quand on laisse reposer de l'air, en le confinant dans une caisse dont les parois sont enduites de glycérine, et qu'on y fait pénétrer un rayon de soleil, l'intensité lumineuse décroît, diminue lentement, et finalement le rayon ne trace plus de sillon lumineux. Alors on peut introduire dans la caisse les infusions les plus altérables, préalablement soumises à l'ébullition ; elles demeureront intactes, parce que les germes de l'air se sont déposés lentement sur les parois de la caisse. On peut aussi rendre l'air optiquement pur par l'action du feu ou par la filtration à travers de la ouate ; dans ces conditions, il ne diffuse pas plus la lumière qu'il ne le ferait à la suite d'un repos prolongé.

C'est en combattant la doctrine des *générations spontanées* que M. Pasteur fut amené à démontrer l'existence de la *panspermie*, c'est-à-dire la diffusion des germes de ferments dans l'atmosphère et leur dépôt continu sur les objets en vertu des lois de la pesanteur. La lutte qu'il soutint contre les partisans de cette doctrine matérialiste, renouvelée des Grecs, marquera dans l'histoire de la science, comme un duel mémorable livré par les expérimentateurs les plus sagaces et les plus exercés (1).

Ce furent deux naturalistes de province qui, en 1858, ouvrirent le feu de la discussion devant l'Académie, en

(1) Revue des questions scientifiques, tome VI, p. 402 : *La doctrine des générations spontanées.*

déclarant qu'ils avaient réussi à faire naître dans les infusions des *microbes* sans aucun germe préexistant.

Pasteur avait été appelé à Paris l'année précédente pour professer les sciences à l'École normale. L'administration se refusant à faire les frais d'un laboratoire (!), il en fit construire un à ses propres frais et reprit patiemment, une à une, toutes les expériences de Pouchet.

S'il est vrai, comme le dit Buffon, que le génie n'est qu'une longue patience, M. Pasteur en donna dès lors des preuves éclatantes ; mais il fit plus : par l'ingéniosité de ses inventions, par l'adresse qu'il apporta dans l'exécution de ses expériences ou dans la répétition des expériences d'autrui, dont il rectifia les résultats, il s'éleva d'emblée au rang des maîtres dans " *l'art sacré* ".

La France ne tarda pas à se passionner pour ce tournoi scientifique qui se livrait devant l'Académie, à la Sorbonne et dans la presse parisienne, et qui soulevait l'un des problèmes les plus palpitants de la philosophie naturelle. Cependant nul ne se doutait alors des conséquences inappréciables de cette joute académique pour le bien-être et le soulagement de l'humanité.

M. Pasteur poursuivait ses adversaires pied à pied pour ainsi dire. A chaque affirmation de M. Pouchet il répondait par un défi appuyé sur de nouvelles expériences, et démontrait que les germes s'étaient introduits dans les infusions à l'insu des expérimentateurs.

M. Pasteur ne tarda pas à reconnaître que l'air des villes est beaucoup plus riche en germes-ferments que l'air des campagnes, et que ces germes diminuent de plus en plus à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, soit en ballon, soit sur le flanc des montagnes.

Un jour il partit pour le Jura avec une série de ballons vides d'air, mais contenant des infusions diverses préalablement soumises à l'ébullition. Il suffisait de briser la pointe du col effilé de ces ballons pour recueillir de l'air à différentes hauteurs. Les résultats répondirent toujours à

son attente : plus l'altitude était considérable, moins les infusions fermentaient.

Néanmoins MM. Pouchet et Jolly discutaient toujours ; ils prétendaient avoir obtenu des résultats contradictoires en répétant ces expériences sur les sommets de la *Maladetta;* ils promirent même de s'avouer vaincus, si un seul des ballons de M. Pasteur restait inaltéré dans ces conditions. Alors M. Pasteur en appela au jugement de l'Académie, et une Commission fut nommée pour assister aux expériences et ordonner les prises d'air.

Mais les contradicteurs se dérobèrent, et M. Pasteur resta maître du terrain. C'était en 1864. Nous le répétons, jamais tournoi scientifique ne se termina d'une façon plus brillante et plus honorable pour le vainqueur.

L'Angleterre fut l'une des premières à reconnaître toute la portée pratique des découvertes du savant français. Alors que ses travaux subissaient les plus vives contradictions sur le continent, Tyndall n'hésita pas à embrasser sa cause et à se déclarer son disciple. Lister, le grand chirurgien anglais, fit mieux encore : il appliqua immédiatement (1865) les doctrines de Pasteur sur la *panspermie* au traitement des plaies, en inventant un système de pansement antiseptique qui visait à empêcher la pénétration des germes de l'air dans les blessures. Ce pansement ouaté donna les résultats les plus brillants, et les divers perfectionnements qu'on y a apportés depuis lors, à mesure que les idées se précisaient sur la nature et l'évolution des microbes pathogènes, ont permis à la chirurgie de réaliser en peu d'années des progrès merveilleux et de tenter presque à coup sûr des opérations considérées jusqu'alors comme irréalisables. C'est aussi grâce à la médication antiseptique que le chiffre de la mortalité des femmes en couches s'est considérablement abaissé dans les hôpitaux, parce que ce traitement constitue une entrave presque infaillible au développement du microbe qui produit la fièvre puerpérale.

Rappelons à ce propos que, dès 1863, M. Pasteur avait prouvé qu'à l'état de santé l'organisme animal est fermé à l'introduction des germes extérieurs, et que le sang et l'urine extraits du corps à l'abri de l'air ne s'altèrent point au contact de ce gaz pur. Ni un liquide, ni un tissu quelconque provenant d'un organe interne sain où l'air n'a point d'accès, ne peut donner naissance à un microbe par les méthodes si variées de cultures de Pasteur; ce qui, soit dit en passant, infirme complètement la doctrine des microzymas de Béchamps (1).

M. Pasteur a raconté depuis avec beaucoup d'humour devant l'Académie comment il parvint à réduire au silence un médecin anglais partisan systématique de la génération spontanée, M. Bastian.

« Tant que les écrits du docteur Bastian ont occupé les sociétés savantes de l'Angleterre, je n'ai pas cru devoir me distraire de mes études pour les réfuter. Mais un jour le docteur Bastian écrivit à l'Académie des sciences qu'il avait trouvé les conditions physico-chimiques nécessaires et suffisantes pour faire apparaître des organismes microscopiques dans de l'urine neutralisée par la potasse et portée à 50 degrés. Moi qui cherche depuis si longtemps la génération spontanée, je m'empressai de répéter l'expérience du docteur anglais; mais je vis que le résultat était erroné, comme tant d'autres ayant le même objet; je signalai les causes d'erreur de l'expérience et je montrai que celle-ci, rigoureusement faite, ne donnait jamais le résultat annoncé par le docteur Bastian.

» Il répliqua; je répliquai de mon côté et, en fin de compte, j'agis comme avec M. Colin (2).

» Je demandai la nomination d'une commission soit à Londres, soit à Paris, qui déciderait entre M. Bastian et moi; le docteur Bastian accepta loyalement le contrôle

(1) Voir *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, tome I.

(2) Professeur à Alfort, l'un des plus ardents contradicteurs de M. Pasteur à l'Académie.

d'une commission prise dans le sein de l'Académie des sciences de Paris. Elle fut composée de MM. Dumas, Boussingault, Milne Edwards. Avec l'agrément préalable du docteur Bastian, mon laboratoire fut choisi pour le théâtre des opérations ; mais lorsqu'on en vint à déterminer le programme qu'il fallait suivre, le docteur Bastian éleva la plus singulière des prétentions :

« Je ferai mon expérience, dit-il, M. Pasteur fera la sienne, et la commission rédigera son rapport. »

« On discuta longtemps sur cette étrange proposition.

« Le docteur Bastian persista dans sa manière de voir.

« Les membres de la commission se retirèrent. M. Bastian vint, pendant le restant de son séjour à Paris, passer, à diverses reprises, plusieurs heures dans mon laboratoire; je le questionnai sur la manière dont il faisait son expérience ; de mon côté, je lui fis connaître les précautions que je prenais pour éviter toute cause d'erreur. Dans le cours de ces conversations longues et courtoises, je saisis facilement le point faible de son travail.

« Flambez-vous vos vases, lui dis-je, avant de vous en servir ? »

« Il me répondit qu'il ne l'avait jamais fait ; alors, après lui avoir montré le fourneau à gaz et à air chaud dans lequel nous pratiquons journellement ce flambage dans mon laboratoire : « Retournez à Londres, lui dis-je, mon cher confrère, et refaites votre expérience sous la dernière forme que vous lui avez donnée, sans autre changement que celui de flamber vos vases préalablement, et vous obtiendrez dix fois sur dix, cent fois sur cent, exactement le même résultat que j'obtiens moi-même. »

« Je n'ai pas entendu parler depuis du docteur Bastian, et je suis bien persuadé qu'il ne croit plus à la génération spontanée dans son expérience. »

Dans l'entretemps, M. Pasteur avait continué ses études sur les fermentations et réalisé plusieurs nouvelles découvertes, notamment celle des microbes qui président à la

fermentation alcaline de l'urine ; il prouva que cette dernière fermentation ne peut se produire dans la vessie que lorsque des germes de vibrions y pénètrent du dehors (1).

C'était le premier pas dans la voie des découvertes qui devaient ouvrir de si vastes horizons à la médecine et rendre de si éminents services à la thérapeutique.

Ses belles études sur la « fleur du vinaigre » portèrent le dernier coup à la doctrine de Liebig sur les fermentations. M. Pasteur fit voir que l'eau pure alcoolisée s'acidifie parfaitement, en l'absence de matières albuminoïdes, quand on y ajoute les sels minéraux nécessaires à la vie d'un ferment, qui est dans l'occurrence un petit champignon très avide d'oxygène.

Cette nouvelle découverte, en révélant la véritable cause du phénomène de l'acétification, contribua pour une large part au progrès de cette industrie, purement empirique jusqu'alors.

Ses recherches sur la production du vinaigre le conduisirent naturellement à s'occuper des diverses causes d'altération du vin, et ne tardèrent pas à fournir des résultats aussi féconds que les premières.

Les maladies des vins sont produites par des végétaux microscopiques, qui se développent dès qu'ils rencontrent les conditions favorables à leur végétation, comme tous les êtres vivants.

Ces végétaux altèrent la composition du milieu qui les nourrit et fabriquent de nouveaux produits en raison directe de leur multiplication. Paralysez ces ferments en entravant d'une façon quelconque leur évolution, et vous empêchez les altérations du vin, telles que la *piqûre*, l'*acidité*, l'*amertume*, la *graisse* ou le *filage*. M. Pasteur

(1) Il reconnut plus tard que cette fermentation ammoniacale est entravée par l'acide borique. Cette découverte a rendu de grands services à la chirurgie, notamment dans le traitement des catarrhes vésicaux et dans l'opération de la pierre, où le lavage de la vessie par l'acide borique (3 à 4 p. c.) prévient les accidents consécutifs à cette fermentation qui entraîne la précipitation des sels terreux dans cet organe.

reconnut que la chaleur constitue le meilleur moyen d'entraver l'évolution de ces maladies. Quand on élève pendant quelques minutes le vin à la température de 55° à 60°, on le met à l'abri des ferments sans altérer sensiblement son bouquet; ce dernier fait fut reconnu par une commission de dégustation nommée par l'Académie.

Plus tard, après la guerre de 1870, M. Pasteur entreprit les mêmes recherches sur les maladies de la bière, et obtint des résultats non moins concluants par l'application des mêmes méthodes d'investigation et de traitement.

Pour rendre la bière inaltérable, il suffit de faire fermenter du moult de bière exempt de germes avec de la levure pure, à l'abri des poussières atmosphériques. La pureté de la levure peut se constater aisément au microscope.

On sait que le procédé de chauffage de la bière, appliqué aujourd'hui à toutes les bières d'exportation dans les deux mondes, porte depuis lors le nom de *pasteurisation*, en l'honneur de son illustre inventeur.

L'étude de la physiologie des levures conduisit M. Pasteur à admettre que ces cellules libres ne sont que des organes détachés d'un cryptogame plus complexe, d'une vulgaire moisissure, et que chaque levure prise isolément donne à la bière une saveur spéciale. Ainsi les bières à goût vineux, comme le bock de Grüber et Reeb, sont produites par une levure mélangée de *Saccharomyus Pastorianus*, le ferment anaérobie du moût du raisin, dont la moisissure-souche se développe à l'air libre sur le fruit et sur le bois de la vigne.

Il n'y a pas bien longtemps qu'un savant anglais proclamait du haut de sa chaire que les seules recherches de Pasteur sur les maladies du vin et de la bière ont valu plus de milliards à la France que la guerre de 1870 ne lui en a fait perdre.

A ce titre exclusif, M. Pasteur pourrait donc être compté parmi les bienfaiteurs de l'humanité. Mais son

fécond génie devait réaliser bientôt des conquêtes d'une tout autre portée. Il allait y être conduit à son insu par ses recherches sur les maladies des vers à soie.

II

Les maladies des vers à soie. — Découverte de la théorie de l'évolution des germes.— La culture des bactéries du charbon des animaux domestiques; étiologie et prophylaxie de cette maladie. — L'infection putride. — Aérobies et anaérobies. — La théorie cellulaire et l'unité de la vie dans les deux règnes. — Ferments solubles et ptomaïnes — Le choléra des poules.

A peu près vers la même époque où la maladie des pommes de terre et le choléra s'abattirent sur l'Europe et décimaient les populations par la peste et la famine, une maladie singulière se déclara dans les magnaneries du midi de la France.

Les vers à soie devenaient stériles ou périssaient après les premières mues. Des taches noires apparaissaient sur les anneaux et les chenilles périssaient en grand nombre. Bientôt le mal s'étendit à l'Italie, à l'Espagne, à la Grèce, à la Turquie.

C'était le choléra des vers à soie.

Les œufs que l'on avait achetés à l'étranger ne tardèrent pas à donner à leur tour des produits infectés. C'est alors, en 1865, que le ministre de l'agriculture, sollicité par M. Dumas, invita M. Pasteur à se rendre dans le midi pour étudier le fléau sur place.

Le savant s'établit à Alais, et y revint pendant cinq ans, consacrant chaque année plusieurs mois à ses recherches. Non seulement il découvrit la cause de la maladie, mais il parvint à en conjurer les ravages, en imaginant les méthodes qui permettent d'entraver, en connaissance de cause, l'évolution des cryptogames parasites, dont il avait étudié toutes les phases avec le plus grand soin. Son étude sur la pébrine et la flacherie constitue le jalon d'une des plus grandes étapes de l'histoire de la biologie, et restera

comme un modèle d'application de la méthode expérimentale à la recherche des causes de la maladie (1). Mais cette nouvelle conquête coûta cher au savant victorieux. Il fut frappé d'hémiplégie et crut perdre la vue pour avoir abusé du travail au microscope (1868).

Suivant ses prévisions, la maladie des vers était causée par un germe de cryptogame qui pullule rapidement dans les organes de l'insecte et se répand dans l'air des magnaneries. Ce corpuscule, appelé *pébrine*, pénètre dans l'organisme par les voies digestives, avec les aliments ou par des écorchures de la peau, et passe dans les œufs des papillons avant la ponte, de sorte qu'il se propage avec la semence. Il peut subir une dessiccation prolongée sans périr, et la poussière qui en résulte, répandue sur la feuille du mûrier, fait fermenter celle-ci dans le canal intestinal où elle provoque la maladie.

Comme le fit observer très justement M. Toussaint, professeur de physiologie à l'école vétérinaire de Toulouse, qui, en 1879, fut chargé par le ministre de l'agriculture d'une mission dans la Beauce pour étudier l'étiologie du charbon, M. Pasteur, en montrant comment les vibrions de la pébrine et de la flacherie se reproduisent par scission et par noyaux intérieurs (2), a ouvert la voie à l'étude des modes divers de reproduction de ces êtres. Ses procédés de culture, avec quelques modifications, ont été appliqués par les Allemands à divers vibrions, et notamment par Koch aux bactéridies du charbon. Comme

(1) On n'avait pas distingué jusqu'alors ces maladies, dues toutes les deux à des ferments cryptogamiques. Deux heures d'examen suffisent maintenant pour les reconnaître et pour se mettre à l'abri de leurs atteintes. On examine au miscroscope la chrysalide et le papillon : la flacherie se découvre aisément sur les chrysalides et la pébrine sur le papillon. (Pasteur, *Maladies des vers à soie.)*

(2) Les vibrions des vers à soie subissent une sorte de parthénogénèse. Ils se reproduisent d'abord par une sorte de division spontanée, puis on voit apparaître dans leur substance translucide et homogène des corpuscules plus réfringents que le reste du corps. Celui-ci se résorbe peu à peu autour de ces noyaux. (Pasteur.)

celles de M. Davaine, ces expériences de Koch ont été suscitées par les travaux de M. Pasteur.

C'est en 1850 que M. Davaine signala la présence de petits bâtonnets microscopiques dans le sang des moutons atteints du charbon (1). Il précédait ainsi de plusieurs années les allemands Pollenden et Braulle, qui revendiquent, vraisemblablement à tort, la priorité de cette découverte.

Mais la lumière ne se fit sur ce point, dans l'esprit de M. Davaine, que lorsque les observations de M. Pasteur sur la fermentation butyrique lui eurent fait concevoir une analogie possible de rôle entre le vibrion de cette fermentation et le corpuscule filiforme du sang du mouton charbonneux. (H. Bouley. Rapport présenté à la *Société des agriculteurs de France*, 1881.)

M. Davaine affirma donc que la bactérie charbonneuse, « qui n'offre point de mouvement spontané et dont la longueur est double de celle du globule sanguin », est la cause de la maladie; il s'efforça de le démontrer en injectant du sang charbonneux dans les veines d'animaux sains. Il montra que le sang dilué au millionième ne perdait pas sa puissance virulente. Mais ce procédé permettait de douter si le sang inoculé n'introduisait pas dans l'organisme d'autres principes toxiques, par exemple des virus non organisés, produits de sécrétion ou de décomposition des cellules de l'organisme.

Par ses infaillibles procédés de culture, M. Pasteur fournit la preuve désirée, en dépit des violentes et nombreuses contradictions dont retentirent de nouveau les voûtes de l'Académie et les échos de la presse des deux mondes.

Il fut aidé dans ses expériences par MM. Joubert, Roux et Chamberland, et présenta à l'Académie, dès le 30 avril 1877, un compte rendu très concluant de ses nouvelles recherches (2).

(1) Sang de rate.
(2) Quoi qu'en ait pu dire M. Koch, peu de jours avant la communication

M. Teisserenc de Bort, ministre de l'agriculture, le chargea, en 1878, d'une mission dans le département d'Eure-et-Loir, pour étudier l'étiologie et la prophylaxie de la maladie charbonneuse.

Dans son rapport, daté d'Arbois (Jura), 17 septembre, M. Pasteur annonce que « le charbon se communique spontanément aux animaux par les aliments recouverts de germes de bactéries, mais seulement quand ces animaux ont des blessures ou se blessent en mangeant ». C'est donc par l'appareil digestif que le charbon pénètre ordinairement dans l'organisme des moutons, comme la pébrine, et, d'ordinaire, par l'intermédiaire des plantes épineuses ou ligneuses qui peuvent provoquer des blessures de la muqueuse de la bouche, de la langue, etc., telles que les luzernes, les chardons, les barbes d'épis de l'orge... Les moutons de la Beauce sont souvent frappés de sang de rate lorsqu'ils se gorgent d'épis après la moisson (Colin). Si les grandes chaleurs facilitent le développement de la maladie, c'est qu'elles provoquent le relâchement et la distension des muqueuses et les prédisposent ainsi à recevoir des écorchures, véritables boutonnières qui servent de porte d'entrée aux bactéries.

Peu après, M. Pasteur reconnut que les germes de ces bactéries, enfouies dans le sol avec les cadavres des animaux charbonneux parfois à de grandes profondeurs, peuvent être ramenés à la surface, plusieurs années après, par l'intermédiaire des vers, notamment des lombrics, dont le tube digestif constitue dans ce cas le véhicule du fléau.

Il cultiva les excréments des vers de terre et réussit à en faire sortir de belles cultures de bactéries, à l'état de pureté.

de M. Pasteur à l'Académie on niait encore que le microbe fût la cause du charbon. " Je puis, disait Paul Bert, faire périr la bactéridie de la goutte de sang par l'oxygène comprimé, inoculer ce qui reste et reproduire la maladie et la mort, sans que la bactéridie se montre. Donc les bactéridies ne sont ni la cause ni l'effet nécessaire de la maladie charbonneuse. Celle-ci est due à un virus. „ *(Société de Biologie de Paris,* 13 janvier 1877.)

Ces corpuscules-germes résistent à une température de 95° et à l'immersion dans l'alcool, tandis qu'une faible élévation de température fait périr les bactéries dont elles proviennent. Aussi, conclut M. Pasteur, est-ce sous la forme de ces corpuscules que les diverses espèces de vibrions et de bactéries se trouvent disséminées dans les poussières à la surface des objets de toute nature, toujours prêtes pour la reproduction. C'est encore sous cette forme qu'on les rencontre dans les eaux communes, d'où l'on peut les extraire aisément en abandonnant ces eaux à une température constante pendant quelques jours. Elles se rassemblent alors au fond des vases en raison de leur poids spécifique. Les germes de cette espèce résistent à des températures de 120° à 130°. — Ces étonnantes découvertes passionnèrent particulièrement les savants docteurs d'outre-Rhin, qui revendiquent aujourd'hui la meilleure part de ces conquêtes de l'esprit humain sur la nature. Cependant nous croyons que tous ceux que n'aveugle pas le chauvinisme germanique reconnaîtront avec nous qu'ici, comme ailleurs, le génie créateur, subtil et pénétrant de la race gauloise a ouvert la voie aux patientes recherches et aux fécondes découvertes des Allemands, aux travaux desquels nous aurons bientôt l'occasion de rendre hommage (1).

Le docteur Koch constata que les corps filiformes,

(1) La bactérie est cultivée une première fois à l'abri de l'air dans l'urine stérilisée, en prenant pour semence une trace microscopique de sang charbonneux ; puis on passe à une seconde culture, à une troisième, ... à une dixième,... à une centième, en prenant toujours pour semence d'une culture une gouttelette de la culture précédente. Si vous supposez que la goutte de semence pour chaque culture est délayée dans cent fois son volume, ce qui est encore infiniment au-dessous de la vérité, la goutte de sang charbonneux de l'origine se trouvera à la fin diluée dans un nombre de gouttes d'urine représenté par le nombre 100 élevé à la centième puissance, c'est-à-dire par l'unité suivie de deux cents zéros. Ce serait une absurdité d'admettre que la dernière virulence emprunte son pouvoir, non à la bactéridie qui s'est multipliée dans chaque culture, mais à un agent virulent existant dans la goutte de sang originaire. (Cf. Pasteur, *Lettre à M. H. Bouley en suite des critiques présentées à l'Académie par MM. Colin et Toussaint.)*

découverts par M. Davaine, peuvent passer à l'état de corpuscules ovoïdes brillants, après s'être reproduits par scission, pour se résorber ensuite, absolument comme les vibrions des vers à soie ; et que ces corpuscules peuvent régénérer dans le sérum les petites baguettes pleines. Il reconnut également que ces spores peuvent se conserver dans la terre et sur les plantes pour régénérer la maladie, et il institua une nouvelle méthode de culture sur la gélatine, qui permet de suivre l'évolution des bactéries de diverses espèces dans un simple tube de verre bouché par un tampon de ouate. Cette méthode, qui a supplanté dans la pratique la méthode plus compliquée de M. Pasteur, allait permettre à de nombreux observateurs d'étudier à peu de frais la nature des microbes pathogènes.

M. Pasteur attribue la coloration noire du sang charbonneux à son *asphyxie :* par suite de la *lutte pour l'existence* qui s'engage dans les vaisseaux entre la bactérie et les globules rouges, également avides d'oxygène, le sang artériel se transforme en sang veineux, l'oxygène nécessaire à l'hématose étant enlevé aux globules qui s'agglutinent et produisent des embolies. Ces obstacles à la circulation entraînent souvent la déchirure des vaisseaux. Ce n'est pas tout.

La bactérie du charbon, étant aérobie, ne pourrait déterminer la putréfaction des animaux qu'elle a tués, si les vibrions anaérobies contenus dans le canal intestinal n'entraient immédiatement en scène. Mais la putréfaction qu'ils produisent ne détruit pas la virulence charbonneuse ; seulement, à mesure que le vibrion se développe, la bactérie disparaît en se résorbant pour produire les corpuscules-germes. C'est ce qui explique l'erreur de certains observateurs qui n'ont pu retrouver les bactéries charbonneuses dans les organes envahis par les vibrions de la putréfaction (1).

(1) Il est fort curieux de relever aujourd'hui par ordre de date toutes les discussions auxquelles ces découvertes de Pasteur ont donné lieu dans les

Pour séparer le vibrion septique de la bactérie charbonneuse, M. Pasteur a cultivé le sang qui contient ces deux microbes dans le vide et au contact de l'air. Dans le premier cas, on recueille le vibrion septique pur; dans le second, la bactéridie se multiplie seule, parce qu'elle est exclusivement aérobie.

Cette expérience répond victorieusement aux attaques du docteur Koch, prétendant que Pasteur n'a jamais isolé le microbe de la septicémie infectieuse *(De l'atténuation des virus par Pasteur, Roux et Chamberland,* Congrès d'hygiène de Genève, septembre 1882).

En somme, le feu seul, qui purifie tout, selon l'aphorisme des philosophes grecs, peut détruire à coup sûr ces redoutables germes, qui résistent au froid, à la pression et aux agents corrosifs de nos laboratoires. Heureusement toutes les espèces ne présentent pas une résistance aussi considérable aux agents de destruction, et l'on a reconnu depuis que bon nombre ne résistent pas à l'ébullition, voire même à la combustion lente qui se produit dans l'air, dans le sol et dans l'eau.

L'*infection putride,* produite par le vibrion de la putréfaction, est accompagnée d'un dégagement d'hydrogène, d'azote et d'acide carbonique, indépendamment des gaz putrides proprement dits. Ce dégagement cesse au contact

académies et les écoles vétérinaires, tandis que Koch et ses disciples critiquent avec la plus grande violence en Allemagne les vues du savant français. Certains professeurs de médecine ou d'écoles vétérinaires, partisans de la doctrine des virus, niaient carrément les résultats obtenus. A l'école vétérinaire de Turin, une commission de professeurs, voulant contrôler les expériences de Pasteur, employa du sang de mouton charbonneux mort depuis vingt-quatre heures. Pasteur affirma aussitôt que ce sang devait contenir des vibrions septiques, et offrit d'aller démontrer lui-même pourquoi l'expérience n'avait pas donné des résultats conformes à ceux qu'il obtenait invariablement. La commission n'insista pas. (Revue scientifique de France, 21 juillet 1883. *L'épilogue de la bataille de Turin.)* C'est en recherchant les bactéries charbonneuses dans la terre végétale que Pasteur découvrit le vibrion septique, qui engendre également l'œdème malin et produit chez l'homme la septicémie gangreneuse. Cette septicémie mortelle peut être causée uniquement par la pénétration, dans les plaies, de la terre végétale ou du fumier contenant des microbes.

de l'air. Alors le vibrion, qui jusque-là s'est multiplié par voie de division, se résorbe et se transforme en petits points brillants qui sont les corpuscules-germes. Lorsqu'on cultive ces points brillants dans les gaz inertes, ils prolifèrent de nouveau et meurent dès que l'air pénètre dans ce liquide.

Il nous paraît impossible de fournir une démonstration plus complète de l'antagonisme fonctionnel qui existe entre le vibrion de la putréfaction et la bactéridie du charbon. Toutefois il faut se garder de généraliser cette observation et de conclure, à l'instar de certains auteurs, que cet antagonisme constitue la barrière qui sépare les vibrions des bactéries.

M. Pasteur a d'ailleurs reconnu lui-même avec d'autres observateurs que certaines espèces de microbes peuvent jouer tour à tour le rôle d'organismes aérobies, comme le charbon, et anaérobies, comme le vibrion septique ou butyrique. Tel serait, par exemple, le cas du vibrion du pus qui produit l'infection purulente. Cultivé au contact de l'air, il respire et ne fermente pas ; au contraire, cultivé dans les gaz inertes et même dans le vide, il fermente.

La levure de bière présente des phénomènes analogues : au contact de l'air, elle végète énergiquement, mais ne produit guère d'alcool, tandis qu'elle fermente et ne végète presque plus quand l'air lui fait défaut dans le liquide. Suivant M. Pasteur, elle respire alors en empruntant son oxygène aux corps composés de la solution nutritive, absolument comme un vibrion. L'alcool ne serait que le résidu de ce nouveau mode de nutrition, comme l'acide butyrique l'est dans l'évolution du vibrion. Ainsi les cellules des fruits placés sous une machine pneumatique pendant la maturation dégagent de l'acide carbonique dans un milieu aéré, et de l'alcool dans le vide ou dans les gaz inertes.

M. Pasteur, généralisant ces observations, en a conclu que la fermentation est un phénomène caractéristique de la vie des cellules privées d'air, qu'elles soient libres et iso-

lées, comme les cellules de levure, les bactéries et les vibrions, ou qu'elles soient associées en colonies homogènes pour former les tissus des êtres vivants.

La fermentation s'opère généralement par l'intermédiaire d'un produit de sécrétion de la cellule, principe soluble azoté, qui transforme par exemple l'amidon en dextrine, la dextrine en sucre, l'albumine en peptones, etc., etc.

Or il est démontré que les microbes sécrètent des produits de ce genre, tout comme les cellules de l'estomac et de l'intestin qui président à la digestion chez les animaux. Ainsi M. Pasteur a constaté que la levure de bière peut sécréter le même ferment soluble que les cellules de l'intestin.

Claude Bernard disait que les ferments contiennent le secret de la vie : — nous avons discuté ailleurs (1) cette proposition par trop hasardée. Cependant on ne peut nier que ces recherches ne nous découvrent les plus intimes secrets de la nature procédant à l'élaboration de la matière vivante.

Les idées que nous avons acquises depuis sur la constitution de la cellule, grâce aux travaux des chimistes et des biologistes allemands, confirment, en définitive, les vues de Claude Bernard sur l'unité de la vie dans les deux règnes, qu'il a si magistralement développées pendant plusieurs années dans sa chaire du Collège de France, et les théories de Pasteur sur l'unité fonctionnelle de la cellule vivante, considérée comme source unique de la fermentation, qu'elle soit libre ou agrégée, microbe, ovule, ou partie intégrante des tissus d'une plante ou d'un animal.

Les champignons inférieurs, privés de la matière verte au moyen de laquelle les végétaux supérieurs décomposent l'acide carbonique de l'air pour fixer le carbone, se nourris-

(1) Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 1re année, 1876. *Le rôle des ferments dans les phénomènes vitaux.*

sent aux dépens des milieux solides et liquides où leurs germes se répandent. Ils enlèvent aussi du carbone et même de l'azote aux milieux où ils végètent et déterminent ainsi, comme les cellules de notre propre chair, le retour direct ou indirect au règne minéral de la matière organisée. Une spore de levure ou de moisissure fermente et se régénère dans une simple solution de sels minéraux à base d'acide organique ou de glucose, absolument comme les cellules de nos tissus fermentent et se régénèrent dans le sang qui les baigne.

De part et d'autre on trouve des éléments aérobies et anaérobies ; et, suivant leur nature, les cellules des êtres vivants, comme les vibrions et les bactéries, fabriquent des produits de désassimilation, tels que l'alcool, l'acide lactique, butyrique, succinique, la leucine, la tyrosine, etc., bref, une foule de principes organiques solubles et cristallisables, qui constituent les divers échelons par lesquels la matière vivante fait retour à l'atmosphère et au sol (1).

(1) Dès 1863, M. Pasteur avait déterminé les conditions chimiques et physiologiques de l'altération putride au contact de l'air.

Dans une matière animale, comme le sang et l'urine, la putréfaction met un certain temps à se déclarer, temps variable suivant les circonstances de température, de neutralité, d'acidité ou d'alcalinité. Pendant la première période, un mouvement intestin s'effectue dans le liquide, mouvement dont l'effet est de soustraire entièrement l'oxygène de l'air qui est en dissolution et de le remplacer par du gaz acide carbonique; c'est l'œuvre des bactéries qui voyagent dans toutes les directions, comme le *Bacterium termo* et le *Monos crepusculum*. Si le vase contenant le liquide putrescible est largement ouvert à l'air, les bactéries ne périssent dans la masse liquide qu'après la soustraction de l'oxygène, en continuant au contraire à se propager a l'infini à la surface, parce que celle-ci est en contact avec l'air. Elles y provoquent la formation d'une mince pellicule qui va en s'épaississant peu à peu, puis tombe au fond du vase pour se reformer, tomber encore, et ainsi de suite. Cette pellicule, à laquelle s'associent divers *Mucor* et des *Mucédinées*, empêche la dissolution du gaz oxygène dans le liquide et permet par conséquent le développement de *vibrions*. Pour ces derniers, le vase est comme fermé à l'introduction de l'air.

Le liquide putrescible devient alors le siège de deux genres d'actions chimiques fort distinctes, qui sont en rapport avec les fonctions physiologiques des deux sortes d'êtres qui s'y nourrissent: les vibrions d'une part, vivant par la coopération du gaz oxygène de l'air, déterminent dans l'intérieur du liquide des actes de fermentation, c'est-à-dire qu'ils transforment les matières

Ces produits, d'où qu'ils viennent, peuvent, en s'accumulant dans le sang, déterminer les perturbations les plus variées.

Ils sont de deux natures : *normaux*, c'est-à-dire qu'ils se trouvent toujours dans l'organisme sain ; et alors les troubles qu'ils occasionnent ne sont dus qu'à leur production excessive ou à leur accumulation (sucre, bile, acide urique, urée).

Anormaux, c'est-à-dire d'une nature différente des produits ordinaires de la désassimilation ; tels sont, par exemple, *les ptomaïnes*, ces produits toxiques qui prennent naissance dans la putréfaction des cadavres sous l'action des vibrions, et ne le cèdent pas en violence aux alcaloïdes végétaux.

On sait que l'organisme animal, soumis à un jeûne absolu, consume lentement sa substance et fabrique notamment de l'urée aux dépens de sa chair. Ainsi la levure de bière, plongée dans l'eau pure, se digère elle-même et excrète alors, outre l'alcool et l'acide carbonique, les mêmes produits azotés cristallisables que les animaux.

M. Pasteur en conclut que la levure est un véritable élément anatomique isolé, doué d'une vie propre, et que ce qui est démontré pour elle est rigoureusement applicable aux cellules qui forment la trame des tissus des plantes et des animaux.

« En résumé, dit M. Pasteur, la fermentation serait le phénomène caractéristique de la *nutrition*. Les cellules sont des ferments, et les ferments sont des cellules ou des produits de l'activité cellulaire. »

Mais cette conception grandiose de la vie fait immédia-

azotées en produits plus simples, mais encore complexes les bactéries (ou les mucor), d'autre part, comburent ces mêmes produits et les ramènent à l'état des plus simples combinaisons ordinaires (l'eau, l'ammoniaque et l'acide carbonique).

Les composés qui résistent le plus longtemps à la combustion lente sont les acides gras fixes, formant l'*adipocire* des anciens chimistes, la cellulose ou ses dérivés de déshydratation (acides ulmiques, terreau, tourbe). L'acide oléique, au contraire, disparaît entièrement.

tement surgir une question qui ne laisse point que d'embarrasser singulièrement parfois les partisans des doctrines Pastoriennes, habitués à fournir la preuve expérimentale de tout ce qu'ils avancent.

S'il est vrai que les cellules qui constituent nos organes exercent des fonctions et fabriquent des produits analogues à ceux des cellules libres qu'on appelle des *microbes* (bactéries, vibrions, peu importe), pourquoi chercher au dehors la cause d'une infection qui peut être produite par l'organisme lui-même ? Il suffit que, dans une région déterminée du corps, une altération spontanée d'un tissu se manifeste, pour qu'immédiatement il en résulte une altération correspondante dans la nature des produits de sécrétion ou d'excrétion de ces cellules. Ces produits charriés par le sang dans l'organisme peuvent évidemment engendrer des symptômes et des lésions correspondant à ceux que l'on signale dans les maladies épidémiques.

Ce raisonnement emprunte une force toute particulière aux dernières découvertes que nous avons signalées, en passant, sur l'origine et la nature des *ptomaïnes*, ces alcaloïdes d'origine animale comparables aux poisons végétaux les plus terribles, non seulement par leur composition chimique, mais par leur action physiologique.

Certains poissons des mers du sud contiennent des ptomaïnes qui foudroient ceux qui mangent de leur chair. On a vu des symptômes graves d'empoisonnement produits par la viande d'animaux domestiques surmenés; dans ce cas, c'est que l'excès de la fatigue a développé des ptomaïnes dans les muscles. Enfin bon nombre de personnes ont éprouvé des symptômes analogues après avoir consommé du gibier faisandé.

Et lors même qu'il serait démontré, comme pour le charbon, que les maladies sont dues à l'introduction d'un germe dans l'organisme, ne pourrait-on pas admettre que les ravages des microbes sont dus uniquement au virus qu'ils sécrètent à l'instar des animaux supérieurs ?

Par une série d'expériences ingénieuses, MM. Pasteur et Chauveau ont prouvé que, dans la plupart des maladies contagieuses étudiées par eux, c'est le microbe lui-même et non le virus qui produit l'infection. M. Pasteur imagina de filtrer le sang charbonneux dans le vide à travers une épaisse couche de plâtre ; de cette façon les germes et les bactéries dont ils proviennent sont parfaitement isolés des produits solubles qu'ils sécrétent, et qui passent seuls à travers le filtre ; puis il injecta ce liquide filtré dans les veines de divers animaux et reconnut son innocuité (1).

Un professeur d'Alfort, M. Colin, ayant objecté que cette filtration peut altérer les ferments, Pasteur fit une contre-expérience plus concluante encore. Il transporta ses tubes de culture dans les caves de l'Observatoire, où la température ne varie pas, ce qui favorise le dépôt au fond du tube des moindres filaments de la bactérie. Or, le dépôt du fond seul engendra la maladie par inoculation. Cependant, en répétant ces expériences sur les bactéries d'une autre maladie, le choléra des poules, il vit que ces principes solubles ne sont pas toujours aussi inoffensifs : le produit de la filtration du sang infecté par ce microbe engendre, quand il est introduit dans la circulation du sang, des phénomènes de somnolence très marqués ana-

(1) M. Klebs affirme qu'il avait obtenu les mêmes résultats par filtration sur des vases d'argile à l'Institut pathologique de Berne dès 1871.

" M. Chauveau choisit deux virus, l'un fixe, celui de la vaccine, l'autre très diffusible, celui de la clavelée du mouton, comparable à celui de la variole humaine, et démontra qu'ils sont tous deux de nature corpusculaire ; il établit ensuite qu'ils ont l'un et l'autre la faculté d'infecter les sujets sains par les voies respiratoires et digestives, mais qu'ils diffèrent par le nombre des agents virulents, qui est faible dans la vaccine, prodigieux dans la clavelée. „ (Arloing, *La médecine expérimentale en France.*)

Cette distinction capitale permettrait de ramener, d'après M. Arloing, la contagion de toutes les maladies virulentes à une seule formule, et de nier qu'il existe des maladies à virus fixe et à virus volatil. M. Chauveau a démontré également que la *gangrène* est toujours causée par des microbes de source externe, même lorsqu'elle se produit à l'intérieur de l'organisme *(Nécrobiose* et *Gangrène).*

logues à ceux que produisent certains alcaloïdes, comme la morphine (1).

Mais n'anticipons pas. Avant d'étudier le choléra des poules, Pasteur institua des expériences de culture de la bactéridie charbonneuse dans leur sang et ne réussit pas à leur inoculer la maladie.

Le sang des oiseaux a une température moyenne de 41° à 42°, celui des mammifères varie de 36 à 40 degrés : c'était donc la température qui s'opposait vraisemblablement à la prolifération de la bactérie.

Pour vérifier cette hypothèse, M. Pasteur et ses aides eurent l'idée de refroidir le sang de la poule. Dans ce but, on plongea l'animal inoculé dans un bain froid qui abaissa la température à 37 degrés. L'expérience réussit : la poule mourut du charbon en deux jours. C'est alors que Pasteur imagina de reprendre les expériences en réchauffant l'animal avant que la bactérie eût exercé complètement ses ravages. Il inocula comme précédemment la maladie à une nouvelle série de sujets ; mais après avoir constaté que le microbe était en voie de prolifération dans l'organisme, il plongeait les poules dans une étuve jusqu'à ce que leur sang eût atteint sa température normale. Encore une fois, le résultat répondit à son attente : les poules guérirent et les bactéries disparurent sans laisser de traces.

Un peu plus tard un autre expérimentateur, M. Gibier, imagina à son tour de réchauffer le sang d'animaux à sang froid, comme les lézards et les grenouilles, à 30 degrés environ : le microbe évolua et l'animal mourut du charbon.

Par ces nouvelles recherches, qui devaient fournir à la médecine des données si précieuses dans le traitement rationnel de certaines maladies contagieuses, comme la

(1) La culture du bacille de la fièvre typhoïde a donné récemment une ptomaïne à action toxique. Bouchard a retiré également des urines provenant de personnes atteintes de maladies microbiennes des ptomaïnes qu'il considère comme des produits de sécrétion des bactéries. Les ptomaïnes de putréfaction proviennent vraisemblablement de la même source ; cependant les ptomaïnes de la plupart des bactéries pathogènes sont encore à trouver.

fièvre typhoïde, l'influence prédominante du milieu dans l'évolution des bactéries était établie d'une façon saisissante. Jusqu'alors M. Pasteur avait employé avec succès, pour cultiver les microbes, de l'eau de levure filtrée et stérilisée à 110 degrés. Cette décoction, si favorable à l'évolution de la plupart des bactéries, fut reconnue impropre à la culture du microbe de la poule : preuve nouvelle de l'influence des milieux, qui explique pourquoi certaines maladies contagieuses ne s'attaquent qu'à certaines espèces ou à certaines races d'animaux.

Le microbe du choléra des poules fut décrit et figuré pour la première fois par M. Peroncito, médecin vétérinaire à Turin ; mais il était réservé à M. Pasteur de démontrer par la méthode des cultures qu'il est la véritable cause de la maladie. Pasteur essaya de le cultiver dans du bouillon de poule stérilisé par la chaleur et neutralisé par la potasse; il vit apparaître alors en quelques heures des quantités innombrables de bactéries fort petites, immobiles, légèrement étranglées en leur milieu, qui se transforment en quelques jours en des points d'un volume si réduit qu'ils ne troublent plus le liquide.

Ces microbes furent classés dans un genre distinct des vibrions et des bactéries, celui des microcoques.

III

Classification des bactéries. — Nouvelles contradictions — Le Dr Koch et le Dr Peter. — Découverte de la théorie des vaccins par M. Pasteur. — Démonstrations victorieuses. — La science des causes amène la découverte du remède. — Le vaccin du charbon. — Le rouget du porc. — Le microbe de la rage, du choléra et de la tuberculose.

En réalité, vibrions, spirilles, microcoques, bacilles, ne sont que des formes diverses des cellules qui constituent les bactéries.

Les espèces du genre *coccus* ou *micrococcus* présentent la forme de sphères plus ou moins régulières. Les *bacilles* ont la forme de bâtonnets droits ou ovales de longueurs

différentes, qui peuvent, en s'allongeant, devenir de véritables filaments dans certaines espèces.

Les *spirilles* (spirillum), comme leur nom l'indique, constituent une spirale à tours plus ou moins nombreux, tandis que les *vibrions* présentent souvent la forme de virgules ou de filaments arqués.

La bactérie est essentiellement formée d'une masse de protoplasme entouré d'une membrane, c'est-à-dire qu'elle constitue, comme nous l'avons dit plus haut, une véritable cellule isolée. Grâce à la méthode de coloration des éléments anatomiques par des réactifs divers, notamment par l'aniline, on parvient aujourd'hui, non seulement à distinguer ces bactéries des tissus et des matières organiques au sein desquels elles vivent, mais on peut même, dans certains cas, reconnaître la composition chimique de leurs diverses parties.

C'est ainsi que l'on a reconnu, par exemple, que leur membrane externe n'est pas toujours formée de cellulose comme chez les végétaux, mais peut être constituée par des matières grasses ou azotées.

La résistance extraordinaire de leurs germes aux causes de destruction mécanique et chimique provient sans doute de ce qu'ils sont enveloppés d'une cuirasse de matière azotée, analogue à la corne ou à la chitine qui constitue l'armure des tuniciers et des insectes.

Certaines spores, comme celles du charbon symptomatique, ne résistent pas à une ébullition de deux minutes, mais il faut une ébullition de plusieurs heures pour les détruire quand elles ont été desséchées à 33°. Dans l'air sec on a vu des germes résister à une température de 145°.

Certaines bactéries sécrètent des pigments colorants : ce sont les bactéries *chromogènes*, comme le bacille du lait bleu ou du pus bleu, et les microcoques de la neige et du pain, qui passent du rose au rouge sang. D'autres sécrètent de la gelée, comme les *nostocs (Zooglées)*, et forment des amas de matière visqueuse analogue au frai de gre-

nouille. Telle est la *gomme des sucreries,* si redoutée des fabricants de sucre, produite par une bactérie qui dévore le sucre, en sécrétant d'abord, pour l'intervertir, un ferment analogue à celui de l'intestin; telle est encore la bactérie qui produit le *kefyr,* boisson nationale du Caucase, fabriquée avec du lait.

Plusieurs espèces se développent à la surface des liquides et forment un véritable voile. Telle est la bactérie du vinaigre, étudiée par Pasteur, qui transforme l'alcool en acide acétique et engendre une véritable peau blanche, appelée *mère du vinaigre.*

D'autres bactéries envahissent toute la masse du liquide nutritif où elles végètent et se distinguent sous le champ du microscope soit par leur immobilité, soit par certains mouvements sur elles-mêmes, soit encore par des déplacements plus ou moins rapides à certaines périodes de leur évolution. Ainsi les cellules des Zooglées, qui se meuvent rapidement quand elles sont isolées, deviennent immobiles lorsqu'elles s'associent. Presque toutes les espèces mobiles perdent le mouvement quand elles vont se reproduire par des spores.

Nous avons décrit plus haut les deux modes de reproduction caractéristiques des bactéries, si bien mis en lumière par les travaux de Pasteur sur la maladie des vers à soie, et qui correspondent aux deux modes de reproduction des végétaux par graines et par boutures.

Souvent les cellules sphériques restent associées deux à deux ou quatre à quatre, après leur division par étranglement.

Ces phénomènes, correspondant à diverses phases de développement, engendrent des figures variées qui ont donné lieu aux discussions les plus vives entre les observateurs, qui confondaient parfois un état transitoire avec une forme caractéristique et définitive d'une bactérie.

C'est ce qui a donné lieu notamment aux critiques si *virulentes* de l'école allemande : M. Koch reproche à Pasteur et

à ses élèves d'avoir commis fréquemment des erreurs de cette nature, voire même d'avoir confondu certains éléments anatomiques du sang avec des formes bactéridiennes. La vérité, c'est que Koch et ses disciples procèdent plus directement dans leurs recherches de l'étude de la botanique et de l'histologie que de celle de la chimie. Ils sont peut-être plus compétents que l'école française en matière de cryptogamie et de bactériologie comparées; mais il est exorbitant de prétendre taxer, comme ils l'ont fait, M. Pasteur d'ignorance.

Certains médecins français, imbus des préjugés séculaires de leur corporation, ne manquèrent pas de se faire l'écho de ces aménités à l'Académie des sciences de Paris. Il y a quelques années à peine que M. Bouley, le savant vétérinaire qui présida si brillamment l'Académie des sciences et collabora si fructueusement aux travaux de M. Pasteur, eut à soutenir contre le savant docteur Peter une discussion des plus vives au sujet des découvertes de son illustre maître. M. Peter se scandalisait de trouver chez un chimiste la prétention de renouveler par ses doctrines la pratique médicale. Que penserait-on de moi, disait-il, si j'allais, au nom de la physiologie, en remontrer à M. Dumas ou à M. Wurtz? « On vous applaudirait, lui répondit spirituellement M. Bouley, si vous aviez en votre faveur les prodigieuses découvertes, la pénétration, la logique, le génie de l'homme que vous méconnaissez. Je m'honore d'être parmi ses disciples et ses enthousiastes, et je crois faire acte de liberté et de justice en affirmant que la doctrine du maître n'est pas, comme vous le dites, un commencement, mais une splendide aurore (1). »

Ce sont les merveilleuses expériences de culture du microbe du choléra des poules qui ont conduit M. Pasteur à la découverte de la théorie des vaccins par l'atténuation des virus.

(1) Académie des sciences de Paris, séance du 4 avril 1885.

Une portion de goutte de ces liquides de culture injectée sous la peau détermine la mort de l'animal en 24 heures par le fait de la multiplication prodigieuse de ce microbe. On le retrouve en quantité considérable dans le sang, dans la lymphe, dans les muscles et dans les cellules de tous les organes, contrairement à beaucoup d'autres microbes qui ne se retrouvent que dans le sang ou dans les profondeurs des tissus, suivant qu'ils sont *aérobies* ou *anaérobies*. Ainsi la bactéridie du charbon symptomatique ne se rencontre que dans les tissus, tandis que la bactéridie charbonneuse se développe dans le sang et dans la lymphe de tous les organes.

Il faut laisser écouler un temps plus ou moins long entre deux cultures consécutives pour observer une diminution dans la virulence.

Tant que l'oxygène est employé à la vie, aux actes de nutrition, dit M. Pasteur, son influence atténuante ne s'exerce pas d'une manière sensible sur le microbe. C'est ainsi que la virulence peut être aussi forte à la centième culture qu'à la première ; mais du moment qu'une culture est *achevée,* il semble que l'oxygène diminue la virulence.

A l'abri de l'air, en tube clos, la culture conserve sa virulence pendant plusieurs années.

La durée de la vie des bactéries cultivées est en raison inverse du numéro d'ordre de la culture. Ainsi, pour le choléra des poules, la culture *mère,* provenant directement du sang infecté, dure de six à quinze jours. La seconde, qui provient d'une goutte de celle-ci, durera moins longtemps ; la huitième vivra trois à quatre jours seulement, la douzième, trente heures, la vingt-cinquième, vingt-six heures, etc.

Naturellement, le moment où l'ensemencement de la culture produit le vaccin utilisable varie avec les espèces ou les races de microbes, et l'expérience seule, une expérience longue et scrupuleuse, peut éclairer l'opérateur sur ce point capital. Dans ce but, il faut qu'après avoir déter-

miné le milieu de culture le plus convenable, il injecte le liquide de chaque culture *achevée* à des animaux dont la réceptivité pour la maladie est dûment établie par des expériences antérieures. Cette réceptivité varie beaucoup avec les espèces d'animaux qui servent de sujets. Les souris, les lapins et les cochons d'Inde sont des espèces peu réfractaires et qui se prêtent admirablement aux expériences.

Les oiseaux sont réfractaires au charbon qui tue les grands animaux ; et le microbe non atténué du choléra des poules injecté aux cochons d'Inde ne produit guère que des abcès limités, tandis que les lapins succombent à la même injection.

Les diverses espèces de microbes qui peuplent la bouche sont inoffensives à l'état de santé ; mais que les fonctions digestives s'altèrent et que le milieu se modifie, ces microbes sécréteront des ptomaïnes, des ferments ou des acides capables d'altérer l'émail des dents, d'engendrer des caries, des aphtes, voire même des pneumonies à la suite d'un refroidissement.

En résumé, c'est l'influence du milieu qui transforme les propriétés virulentes du microbe, permet de le transformer en bactérie vaccinale qui évolue dans le sang ou les tissus sans produire de graves désordres, et les préserve d'une récidive de la maladie.

M. Toussaint, professeur de médecine vétérinaire à Alfort, a découvert l'atténuation du microbe charbonneux par la chaleur et s'est procuré par ce moyen des bactéries vaccinales.

Mais Pasteur soutient que ces bactéries ne gardent pas dans leur culture leur atténuation d'origine et redeviennent virulentes et mortelles, si l'action de l'oxygène ne se combine pas à celle du calorique.

En tout cas, l'action de l'oxygène est aussi efficace dans l'atténuation du microbe charbonneux que dans celle du choléra des poules.

Le docteur Buchner a soutenu que le bacille du charbon peut se transformer, par des cultures successives dans certains milieux, en ce microbe inoffensif, si commun dans les infusions, que l'on a appelé *Bacillus subtilis*.

M. Pasteur fit 130 cultures successives dans l'humeur aqueuse de l'œil sans obtenir cette transformation, mais il vit qu'à la longue le microbe se modifie lentement et ne produit plus de germes en conservant néanmoins quelque virulence, comme lorsqu'on le soumet à l'action d'une faible solution de bichromate de potasse. L'observation erronée du savant allemand était inspirée par une idée *à priori*, enfantée par les théories transformistes ou évolutionnistes à la mode. Beaucoup de microbiologistes, frappés de l'influence considérable des milieux sur l'atténuation des virus des bactéries et le polymorphisme des champignons, qui se transforment en levure et revêtent les aspects les plus variés par la culture, ont versé depuis dans cette erreur. Toutefois, il y a lieu de croire que, lorsque les différentes phases d'évolution des bactéries dans les divers milieux de culture seront mieux connues, un certain nombre de microbes, considérés aujourd'hui comme des espèces distinctes, seront rayés des listes actuelles. Dès aujourd'hui, il est permis de révoquer en doute la distinction de plusieurs espèces aérobies et anaérobies. L'observation et l'expérience prouvent que, chez les organismes inférieurs, la variation du milieu entraîne la variation de la fonction et de la forme d'autant plus aisément que leurs générations se succèdent plus rapidement (1).

(1) Nous avons vu que le microbe du choléra des poules, cultivé à l'air libre à la surface d'un liquide, se reproduit en perdant sa virulence et devient inoffensif au bout de quinze jours. Ce temps correspondrait, au point de vue de la succession des générations, à plus de mille générations humaines et à plus de 24 000 de nos années. Chacune de ces générations de microbes donne naissance à des races qui demeurent au point précis de virulence où étaient descendus leurs parents. Si bien, dit M. A. Bordier, qu'on peut ainsi former chaque jour de véritables *espèces* qui transmettront leurs propriétés acquises à leurs descendants. (*Les microbes et le transformisme*, REVUE SCIENTIFIQUE, 21 avril 1888.)

Il faut un siècle pour faire quatre ou cinq générations humaines ; il suffit parfois d'une heure pour produire autant de générations de microbes (1).

En général, les acides s'opposent au développement des bactéries, qui préfèrent les milieux neutres ou alcalins. Nous verrons plus loin que cette donnée précieuse est utilisée en médecine. Depuis longtemps d'ailleurs l'empirisme en a tiré parti : les peuples des pays chauds mélangent fréquemment des acides à leurs boissons ou à leurs aliments. Pour faire apparaître des bactéries dans un liquide acide, il suffit souvent de l'alcaliniser en présence de l'air.

La propagation d'une épidémie peut être entravée par l'usage des acides et des antiseptiques. Ainsi le meilleur moyen d'arrêter la propagation du choléra des poules consiste, après avoir isolé les oiseaux, à laver les poulaillers avec de l'eau acidulée d'acide sulfurique ou d'acide phénique à 2 gr. par litre.

Le fait de l'atténuation du virus du choléra des poules par l'injection de liquides contenant le microbe modifié par l'action du milieu, hantait comme une véritable obsession l'esprit toujours en éveil de M. Pasteur. Assisté dans ces nouvelles recherches par ses deux vaillants et savants collaborateurs, MM. Roux et Chamberland, il poursuivit longtemps dans le silence du laboratoire la solution du grand problème. Enfin, le 21 février 1881, il fut en mesure d'annoncer à l'Académie la découverte du vaccin du charbon, maladie aussi redoutable pour l'homme que pour les animaux domestiques. Naturellement sa communication souleva, comme toujours, les plus vives contradictions ; mais, comme d'habitude aussi, M. Pasteur en appela à l'expérience publique. Aussitôt soixante moutons et plusieurs vaches furent mis à sa disposition par la Société d'agriculture de Melun ; M. Pas-

(1) Davaine a constaté que la bactérie charbonneuse peut donner naissance en 24 heures à plus de quatre mille individus, par génération asexuée et par scissiparité ; en trois jours ce nombre dépasse soixante milliards.

teur affirma hardiment que seuls les animaux inoculés résisteraient à la maladie. L'expérience commença le 5 mai; elle se termina le 2 juin, à Melun, devant un public choisi et compétent d'agronomes, de vétérinaires, etc.

Comme il l'avait annoncé, les moutons et les vaches non vaccinés étaient morts ou se mouraient; tous les autres étaient intacts!

Cette fois les plus sceptiques furent bien forcés de se rendre à l'évidence, et la cause des inoculations préventives fut définitivement gagnée. On connaît les résultats obtenus depuis lors dans le monde entier. Partout où la méthode est appliquée sur des animaux non contaminés, avec la rigueur et l'attention qu'exigent ces procédés délicats, les résultats sont infaillibles, et la diminution de la mortalité du bétail s'accentue immédiatement en raison directe des soins donnés. En Belgique, dans le pays de Herve, les maladies charbonneuses ont presque disparu, depuis que nos vétérinaires y appliquent rigoureusement la méthode des inoculations préventives (1).

Après avoir démontré d'une façon si concluante la possibilité de transformer une maladie maligne et mortelle en une affection bénigne, occasionnant des troubles fonctionnels à peine apparents, M. Pasteur se demanda si l'on ne pourrait pas renforcer le virus des microbes, comme on peut l'atténuer. Sa bonne étoile, ou plutôt son génie, lui révéla bientôt ce qu'il cherchait. En inoculant à des animaux affaiblis ou qui viennent de naître le microbe atténué du charbon et du choléra des poules, on lui rend toute sa

(1) On a constaté que les engrais commerciaux d'origine animale, comme le sang desséché, les déchets de laine, de corne, peuvent servir de véhicule au fléau et déterminer l'apparition d'une épidémie dans des régions où le charbon était inconnu.

M. Tisserand, le savant directeur de l'agriculture en France, a constaté d'autre part que le charbon ne parvient pas à s'implanter dans les régions de la Champagne, où le calcaire est recouvert d'une mince couche de terre végétale, sans doute parce que les vers de terre ne peuvent vivre dans la craie. Les sols granitiques et schisteux paraissent également indemnes; les foyers des épidémies sont des terres fortes argilo-calcaires.

virulence, après quelques passages successifs. On pourrait expliquer ainsi le double phénomène de l'apparition et de la disparition des épidémies. Les propriétés virulentes des microbes ne tardent pas à s'atténuer sous l'influence de l'air ; elles se renforceraient au contraire par leur passage à travers des organismes débilités, où le microbe trouve un terrain particulièrement favorable à son évolution.

L'essor était donné aux découvertes dans la voie féconde ouverte par le génie. Des milliers de chercheurs s'y lancèrent, et plusieurs d'entre eux virent leurs efforts couronnés de succès. Tel fut, en première ligne, le savant docteur Koch qui, comme nous l'avons dit, simplifia et perfectionna les méthodes d'investigation en inventant les cultures sur milieux solides et sur plaques qui permettent d'isoler les colonies de microbes. C'est ainsi qu'il parvint à isoler le microbe de deux des plus redoutables maladies qui déciment l'humanité, la *tuberculose* et le *choléra;* tandis que M. Pasteur, après avoir isolé un bacille dans la salive des animaux atteints de la rage, commençait cette nouvelle série de recherches qui devait aboutir à la création de l'institut qui porte son nom.

C'est surtout en collaboration avec M. Thuillier que M. Pasteur étudia les propriétés de ce nouveau microbe, inoffensif pour certaines espèces d'animaux comme les cobayes, et très virulent pour les lapins. Cependant sa virulence s'exalte peu à peu quand on l'inocule à de jeunes cochons d'Inde, et il finit de culture en culture par tuer des cobayes d'un âge plus avancé. Mais alors, fait inexplicable à première vue, il a perdu sa virulence pour les lapins, ou tout au moins il n'occasionne plus chez eux qu'une maladie spontanément guérissable.

Pasteur en conclut que, par l'accoutumance à vivre chez une espèce, le microbe correspondant à une virulence déterminée peut changer les propriétés de cette virulence

vis-à-vis d'une autre espèce d'animal, la diminuer et faire qu'elle devienne pour celle-ci un véritable vaccin (1).

Cette découverte révélait le secret d'une nouvelle méthode de production de vaccin, qu'il devait appliquer immédiatement avec succès à l'atténuation du microbe qui produit le rouget du porc.

Ce microbe, d'une forme analogue à celui du choléra des poules, est sans action sur ces oiseaux, mais il tue les lapins et les moutons. Découvert par M. Thuillier dans le sang et les humeurs de notre porc domestique, il fut cultivé, à l'abri de l'air, dans du bouillon de veau, et après une série de cultures, reproduisit la maladie chez certaines races de porcs sains. Il pouvait donc dès lors être considéré comme la cause de cette maladie infectieuse. Mais si on inocule le microbe du rouget de lapin à lapin, il change peu à peu d'aspect, grossit, ne présente plus l'aspect filiforme et prend la forme d'un 8 ; alors, si on inocule le sang du lapin aux porcs, ces animaux sont vaccinés contre le rouget mortel.

Cependant la méthode d'atténuation du rouget par l'oxygène donne des résultats plus sûrs. C'est par cette méthode que Pasteur réussit à préserver les porcs dans le canton du Vaucluse, comme il avait (1882) préservé les moutons dans le département de Seine-et-Marne.

D'après M. Chauveau, c'est surtout par excès de chaleur, en l'absence d'oxygène, que les cultures s'atténuent ; l'oxygène n'agit sur eux comme débilitant que lorsque la chaleur fait défaut. Au surplus, les deux méthodes sont combinées dans la préparation des vaccins.

(1) Plusieurs cultures, modifiées par des agents chimiques ou physiques, perdent leur virulence pour une espèce d'animaux et non pour une autre. Ainsi les cultures de microbes ou bactéries charbonneuses qui ont perdu leur virulence pour les lapins l'ont conservée pour les moutons. Les moutons d'Algérie sont généralement réfractaires au charbon qui tue les moutons de France. M. Arloing, qui a distingué un second microbe dans les maladies charbonneuses, estime que lorsqu'on met un virus dans de mauvaises conditions de développement, on en fait son propre vaccin.

Bien que le microbe de la salive tue encore les lapins après une série de quatre-vingts cultures (Thuillier), il a été reconnu qu'il n'est pas la cause de la rage, puisqu'on le retrouve dans la salive d'animaux sains ou atteints d'autres maladies.

Toute salive, même celle de l'homme, est virulente à certains degrés. M. A. Gauthier a retiré de la salive des alcaloïdes dont l'extrait aqueux est venimeux ou narcotique pour les oiseaux.

Le microbe de la rage reste encore à trouver, en dépit des affirmations de certains observateurs, qui prétendent l'avoir isolé de la moelle et du cerveau, mais n'ont jamais réussi à reproduire la maladie par l'injection de liquides de culture, expérience qui constitue le seul criterium indiscutable.

M. Pasteur n'avait pas attendu la découverte du microbe pour appliquer sa méthode de culture vaccinale et d'atténuation par l'oxygène au traitement de cette terrible maladie. Quoi qu'on en dise, le succès a répondu à son attente, car trop de faits militent aujourd'hui en faveur de sa méthode. La preuve expérimentale de l'efficacité des inoculations rabiques est faite, car les expériences sur les animaux confirment les résultats des expériences tentées sur l'homme.

Pasteur est également le promoteur des belles recherches qui ont conduit à la découverte des divers bacilles du pus : c'est lui qui découvrit et cultiva le vibrion du pus des furoncles et de la fièvre puerpérale, dont la science est parvenue à conjurer les ravages par la méthode antiseptique (1). Il découvrit également le microbe de la fièvre typhoïde des chevaux. Ce microbe, qui diffère de celui de la fièvre typhoïde de l'homme, a la forme d'un 8, avec un étranglement allongé ; injecté aux lapins, il leur communique une véritable fièvre typhoïde qui les tue en 24 heu-

(1) Notamment par les solutions de sublimé corrosif au dix-millième, et d'acide borique à raison de 30 à 40 grammes par litre d'eau.

res. Mais son atténuation par la culture dans un bouillon, au contact de l'air, est très difficile à saisir, parce que la période pendant laquelle elle se montre est presque immédiatement suivie de la mort du microbe.

Au début des expériences de M. Pasteur sur l'inoculation et l'atténuation du virus de la rage, M. Peter riait de ses tâtonnements, en constatant qu'il s'était trompé sur la nature du microbe, nonobstant les dénégations énergiques de M. Bouley. M. Peter ne rit plus aujourd'hui. Avant d'opérer sur l'homme, M. Pasteur avait rendu 50 chiens réfractaires à la rage par des inoculations successives, de plus en plus virulentes, de moelle de lapins enragés; ces lapins avaient été inoculés eux-mêmes dans les méninges avec un fragment de moelle de chien enragé. La période d'incubation de la maladie, qui est de quinze jours pour les premiers sujets, va en diminuant et se réduit à sept jours, après vingt-cinq passages. Dans ces conditions, l'opérateur introduit chaque jour dans des vases aérés, contenant un flacon de potasse pour dessécher l'air, un bout de moelle de lapin, mort de la rage après sept jours.

Lorsqu'il s'agit d'inoculer un malade, on commence par lui injecter sous la peau, au moyen d'une seringue contenant du bouillon stérilisé, quelques parcelles de moelle conservée de la sorte. On emploie de jour en jour des moelles de plus en plus récentes, c'est-à-dire qui ont séjourné moins longtemps dans l'air sec. Lorsqu'on a inoculé les dernières, qui n'ont séjourné qu'un jour, le sujet est devenu complètement réfractaire à la rage. A part la question de doses, c'est le triomphe du principe de la médecine homéopathique, du fameux *similia similibus*.

D'après M. Bouley, l'erreur de M. Peter tient à ce qu'il n'a pas la notion exacte du microbe. Cette notion nous découvre la nature de la virulence, qui n'est autre que la fonction d'une cellule. Le mystère de la contagion est ainsi dévoilé.

« Les expériences de M. Pasteur nous ont fait voir le microbe isolé et nous ont permis de suivre son évolution dans la transparence du bocal où s'opère sa culture ; cet agent terrible est saisi, transformé, dompté ; on le domestique, on le rend bienfaisant par l'atténuation de son virus transformé en vaccin.

» N'est-ce point là une découverte grande entre toutes ? » s'écriait avec raison M. Bouley devant l'Académie.

M. Pasteur nous a appris que, placé dans un milieu de culture, la bactéridie charbonneuse se transforme en spores dans l'espace de quarante-huit heures, et que, sous cette forme, elle résiste presque indéfiniment (souvent plusieurs années) à l'influence de l'oxygène ou de l'air pur. M. Pasteur est parvenu, en produisant et maintenant des températures extrêmes dans le milieu de culture (chaud ou froid), à mettre la bactéridie dans l'impossibilité de se transformer en spores ; il l'a forcée à rester à l'état de *mycelium* et à subir l'action affaiblissante de l'oxygène ; il a véritablement créé une race nouvelle de microbes, à caractères propres, et que l'expérimentateur pourra toujours reproduire. N'est-ce pas là le triomphe de la science ?

Dans une leçon d'ouverture à l'Ecole de médecine de Paris, M. le docteur Peter a bien voulu dire pourquoi il s'obstine dans sa lutte contre les doctrines parasitaires, « qui tendent de plus en plus à se répandre à la façon des parasites » : c'est qu'elles ont, d'après lui, le tort « de prendre l'effet pour la cause, un produit morbide pour un générateur de maladie, et l'analogue pour l'identique ». La doctrine parasitaire a méconnu, selon lui, le rôle des liquides dans la virulence ; son erreur éclate dans les recherches retentissantes sur le choléra et la rage.

Les quatre élèves de M. Pasteur en Égypte ne recherchaient que le microbe du choléra et les moyens de l'atténuer ; cette préoccupation exclusive les amena à confondre des plaquettes de sang avec les microbes, comme l'a démontré depuis le docteur Koch qui, « plus heureux,

trouva, à Alexandrie d'abord, puis à Calcutta, son deuxième bacille, en virgule celui-là. Par de justes représailles, les savants français prouvèrent au berlinois que ce bacille en virgule pouvait ne pas exister dans les cas de choléra foudroyants, où l'on n'en trouve que deux ou trois par hasard; on est donc conduit à cette absurde conclusion que, moins il y a de bacilles, plus le choléra est grave. Il serait plus logique d'admettre que, quand la mort arrive si vite, le bacille n'a pas eu le temps d'apparaître ».

M. Koch explique, il est vrai, cette anomalie par la sécrétion d'un virus élaboré par le bacille; mais M. Peter fait observer avec raison qu'il doit y avoir bien peu de virus quand il y a si peu de bacilles. Il en conclut que, parti d'une théorie solidiste, le parasitisme aux abois est acculé à une théorie humorale.

En se basant sur la découverte de bacilles dans les crachats des tuberculeux, on est arrivé à confondre, toujours d'après M. Peter, la cause de la maladie avec une de ses nombreuses conséquences, et l'on ne doit point espérer guérir les tuberculeux en entravant la vie du parasite. Considérer la tuberculose comme parasitaire, ce serait admettre que tout phtisique a été contagionné et peut contagionner d'autres hommes; la conséquence logique de cette doctrine serait l'organisation de quarantaines barbares contre les tuberculeux.

M. Peter ne peut nier cependant que l'inoculation du bacille de la tuberculose n'engendre presque à coup sûr cette maladie chez des animaux sains, et que la cohabitation avec des tuberculeux n'ait engendré également chez l'homme l'apparition de cette terrible maladie. Nous doutons fort que les critiques du savant docteur Peter puissent entraver la création des cours de bactériologie qui se fondent dans toutes les écoles de médecine, en vue d'étudier à fond l'évolution de ces organismes qui jouent un si grand rôle dans les maladies infectieuses et dont la découverte a révolutionné la médecine.

La *Revue médicale de l'université de Louvain* a relevé une série d'observations faites à l'hôpital de cette ville sur des malades atteints de maladies de poitrine, et dont l'examen microscopique des crachats a confirmé singulièrement les idées de Pasteur et les découvertes de Koch. Chaque fois que l'on a constaté la présence des bacilles, même chez des sujets vigoureux en apparence et chez lesquels l'auscultation ne révélait aucune lésion, le dénouement fatal ne s'est pas longtemps fait attendre.

D'après Pasteur, la tuberculose serait constituée par un kyste analogue à celui de la trichine, dont le noyau intérieur recèle un amas de microbes qui désorganisent lentement les tissus des poumons ou des autres organes, dont ils engendrent la dégénérescence. Les statistiques établissent qu'un septième au moins de la mortalité générale est due à la tuberculose, et on peut évaluer, sans exagération, à plus de trois millions le nombre annuel de ses victimes (1).

Jusqu'à nouvel ordre, il serait téméraire de tenter l'inoculation préventive de cette maladie, qui se communique non seulement d'homme à homme, mais des vaches laitières et des nourrices aux nourrissons. Les révélations du microscope ne laissent pas que d'être fort inquiétantes, d'autant plus que, si l'on connaît beaucoup de produits chimiques capables d'occire la bactérie sous le champ du microscope et de la rendre très apparente, on n'a pas encore découvert un seul antiseptique capable de la détruire dans le sang ou dans les tissus.

Heureusement, le microbe de la tuberculose semble rentrer dans la loi générale en ce qui concerne l'action des milieux, et l'observation clinique semble démontrer qu'il faut un terrain préparé par la misère physiologique pour favoriser son éclosion et son évolution ; à tel point

(1) Nous nous sommes persuadé que ce chiffre est fort en dessous de la réalité, car seules les statistiques d'hôpital ont quelque valeur. Le respect du secret professionnel et l'insuffisance du diagnostic par l'examen microscopique empêchent la déclaration d'un très grand nombre de cas de tuberculose.

qu'il suffirait de nourrir surabondamment le malade pour entraver la marche de la maladie à son début (1).

Un médecin de Bruxelles, M. le Dr Moeller, a publié dernièrement dans la *Revue générale* (juin 1888) une étude sur le traitement de la phtisie, avec cette épigraphe : « La phtisie est curable ». Pour le démontrer, il invoque les résultats tout à fait remarquables obtenus à Falkenstein par un simple traitement hygiénique basé sur les données précédentes.

En somme, ce traitement se résume à soumettre les malades à une alimentation et à une oxydation intensives, en évitant autant que possible les écarts brusques de température que peut occasionner la vie en plein air.

M. Moeller recommande en outre les frictions de la peau, presque aussi malade chez le tuberculeux que les poumons, et l'usage d'aliments carbonés respiratoires, qui sont encore facilement absorbés et assimilés quand la fièvre diminue la sécrétion des sucs gastriques.

Malheureusement, tout le monde ne partage pas cet optimisme si consolant au sujet de l'anéantissement ou de l'atténuation du microbe qui a mérité le nom de « minotaure des sociétés modernes ». Ainsi, dans la même Revue, un autre médecin non moins avantageusement connu à Bruxelles, M. le Dr Warlomont écrivait quelques mois après (décembre 1888) :

« Les personnes dites « atteintes de la poitrine » sont de deux sortes : les unes présentent l'ensemble des symptômes qu'à un examen sommaire on est convenu d'attribuer à la phtisie pulmonaire, mais l'examen rigoureux des matières expectorées par elles n'y révèle pas la présence du « bacille de Koch ».

» A l'autre catégorie appartient la « tuberculose bacil-

(1) Voir Dr Peter, *Leçons de clinique médicale*, 1879 ; Dr De Bove, *Traitement de la phtisie pulmonaire par l'alimentation artificielle*, 1881 ; Dr Quinquand, *L'alimentation artificielle*, 1882.

laire », que tout médecin initié à la science moderne doit pouvoir constater par une recherche bien dirigée à l'aide du microscope. Pour ceux-là, il n'y a pas de salut à espérer ; l'échéance peut être plus ou moins éloignée, mais elle est fatale.

» Ce n'est pas que les moyens de traitement de la phtisie pulmonaire, tant anciens que nouveaux, fassent défaut dans les villes du littoral. Si l'autorité y a l'œil fermé, les médecins l'ont largement ouvert. Un exemple : il y a quatre mois environ, un médecin haut placé, à Paris, s'y faisait le protagoniste — inconscient à notre avis — du traitement des poitrinaires par les inhalations de vapeurs d'acide fluorhydrique, qu'il faisait ainsi entrer d'emblée dans l'industrialisme médical.

» Nous ne savons ce que pense aujourd'hui le très honorable initiateur de la méthode, ni s'il ne regrette pas un peu d'avoir, sans s'en rendre assez compte, fait la courte échelle à de vulgaires entrepreneurs ; mais ce dont nous nous sommes assuré, c'est que l'acide fluorhydrique, à titre de moyen de guérison de la tuberculose pulmonaire confirmée, est un mythe. Un individu qui entre en traitement possédé de bacilles, garde ses bacilles, voilà la vérité. »

Quoi qu'en dise M. le Dr Warlomont, nous nous permettrons de ne point partager son pessimisme, quant à l'issue nécessairement fatale de la maladie. Avons-nous la preuve que ces bacilles sont indestructibles? Combien n'y a-t-il pas dans nos grandes villes de tuberculeux qui s'ignorent, et qui arrivent à un âge relativement avancé, grâce à la richesse de leur alimentation, à l'exercice qu'ils se donnent et aux précautions d'hygiène qu'ils prennent?

Déconseiller l'hivernage dans les stations méridionales quand la fortune le permet, sous prétexte que le microbe y pullule dans les appartements, nous paraît trop exclusif.

Combien de personnes délicates, tuberculeuses peut-être, qui passent depuis longtemps leurs hivers dans le midi

et qui s'en trouvent admirablement bien, tandis qu'elles ne supportent pas les brusques et fréquents écarts de température de nos climats soi-disant tempérés ! Vivre à la campagne, été comme hiver, est un conseil à suivre sous des cieux plus cléments que les nôtres, mais non dans nos Pays-Bas, transformés trop souvent en grenouillères pendant plusieurs saisons consécutives, où le malade ne peut mettre un pied dehors et respire un air humide et glacé (1).

M. le Dr Warlomont reconnaît d'ailleurs qu'il existe des procédés de désinfection radicale (?) des appartements par le sublimé corrosif. Nous croyons également que ce système, en dépit du danger que présente la manipulation d'un poison violent, doit être employé de préférence aux fumigations d'acide sulfureux.

La méthode préconisée par M. Warlomont est des plus faciles : « Un ouvrier tapissier ayant éventré matelas et sièges, étalé le tout, préservé les objets métalliques et calfeutré toutes les ouvertures, on met dans un récipient quelconque de 30 à 50 grammes de sublimé qu'on porte sur un réchaud bien allumé ; l'opérateur gagne alors rapidement la porte qu'il ferme hermétiquement ; après 3 ou 4 heures, on fait des fumigations de soufre, pour neutraliser ce qui pourrait rester de mercure. »

Il ne faut pas plus s'exagérer la puissance de la contagion par la voie atmosphérique que la puissance antiseptique de ces fumigations.

M. Chamberland, l'un des plus actifs collaborateurs de M. Pasteur, estime que l'air, *s'il joue un rôle*, ne joue qu'nn rôle absolument secondaire dans la contagion.

(1) L'inhalation par les cochons d'Inde des poussières sèches renfermant des bacilles de la tuberculose ne donne que rarement la maladie à ces animaux ; il n'en est pas de même lorsqu'on pulvérise de l'eau contenant ces bactéries. D'où l'on pourrait conclure que lorsque les organes respiratoires sont congestionnés par un air froid et saturé d'humidité, ils se trouvent dans des conditions particulièrement favorables à la pénétration et à l'évolution des bactéries tuberculeuses dans ces organes si délicats et si sensibles aux variations atmosphériques.

« Ce que nous avons surtout à redouter, dit-il, c'est la contagion directe par les aliments et par l'eau.

» Toutes les maladies pour lesquelles on admet que l'air joue un grand rôle sont précisément celles dont l'étiologie est encore fort obscure, comme la variole, la scarlatine, la rougeole, les maladies éruptives en un mot. »

M. Chamberland invoque un rapport de M. Chautemps au conseil municipal de Paris, qui constate que les germes de la rougeole et de la scarlatine ne sont pas diffusibles au delà de quelques mètres, ce qui rend problématique leur transport par l'air. Il en serait de même de la diphtérie, qui frappe parfois exclusivement les personnes réunies dans un appartement, sans monter ni descendre d'un étage. De plus, s'il est un fait bien établi par les travaux de Pasteur, c'est l'atténuation plus ou moins rapide des propriétés virulentes des microbes par l'oxygène de l'air. De sorte que, ajoute M. Chamberland, nos virus réduits en poussière et flottant dans l'air ont beaucoup de chance de perdre leur virulence. Sans cette influence compensatrice de l'air, de la lumière et de la température, il serait d'ailleurs impossible d'expliquer la disparition des épidémies.

De plus, nous savons que lorsqu'une dissolution ne renferme que quelques unités de microbes, ils ne produisent généralement aucun effet, parce que les cellules de notre corps les absorbent et les digèrent.

C'est le contage direct, d'individu à individu, qui paraît le plus facile et le plus fréquent.

Puis, c'est la contagion par l'eau ou les boissons. Au dernier congrès international de Vienne, M. Brouardel, président du comité consultatif d'hygiène, déclarait que quatre-vingt-dix fois sur cent la fièvre typhoïde était transmise par les eaux d'alimentation (1). Il en serait de même

(1) Depuis que l'on a substitué les eaux de source aux eaux du Danube et canalisé les égouts à Vienne, la mortalité par la fièvre typhoïde a diminué des trois quarts En 1877, les sources étant gelées, on distribua l'eau du Danube dans quatre arrondissements. Bientôt éclata une épidémie de fièvre typhoïde

du choléra, dont le microbe a été découvert par le Dr Koch dans les eaux d'une source alimentaire de Calcutta.

Un débat a surgi entre l'école de Koch et celle de Pasteur au sujet de l'influence de la sécheresse et de l'humidité sur

qui emporta 25 p. c. des malades. — A Francfort, la mortalité par la fièvre typhoïde, qui dépassait le chiffre 100 pour 100 000 habitants, est tombée depuis la canalisation des égouts au-dessous de 10 p. c. *(L'hygiène à Francfort.* Malhan, Francfort, 1888).

Dans une conférence donnée à Paris, M. le Dr Brouardel a mis en lumière d'une façon saisissante la corrélation qui existe entre la qualité des eaux et la genèse ou l'extinction des épidémies.

Dès 1866, Snow observait que le quartier de Londres le plus éprouvé par le choléra correspondait à la distribution de l'eau de la pompe de Broad street, tandis qu'à Paris le Dr Michel constatait une coïncidence semblable pour la fièvre typhoïde à Chaumont ; il mit fin à l'épidémie en supprimant un réservoir souillé par les eaux d'infiltration descendant des collines et en faisant capter une autre source. Mais lorsqu'en 1881 la municipalité de Chaumont voulut distribuer de nouveau l'eau de ce réservoir, la fièvre typhoïde reparut immédiatement.

A Gênes, l'un des trois aqueducs qui alimentent la ville ayant été souillé par un torrent où les femmes du peuple lavaient le linge de cholériques habitant la montagne, le choléra ne tarda pas à éclater dans le quartier alimenté par ces eaux. Le choléra cessa dès qu'on eut ordonné la fermeture de cet aqueduc.

De même, en Bretagne, M. le Dr Charrin a pu constater que la disposition des puits et du sol était la cause de l'épidémie qui sévit en 1885. Le sol, formé par une dune presque sans pente, reposant sur un roc imperméable, laissait filtrer les eaux du lavoir de la commune de Guilvinec et infectait les puits. La mortalité, qui était terrible, fut arrêtée net par la fermeture de ces puits, sur l'ordre du médecin ; mais elle éclata de nouveau après son départ. M. Charrin revint aussitôt et constata qu'on avait rouvert un puits en son absence. L'épidémie prit fin définitivement après la fermeture du puits.

Un village voisin, où des cholériques de Guilvinec étaient allés mourir, ne fut pas atteint de l'épidémie. M. Charrin constata qu'il n'avait pas de puits et que les habitants buvaient l'eau d'une source des environs.— M. le docteur Brouardel cite plusieurs autres exemples tout aussi concluants de la contagion causée par les eaux. Il rappelle qu'à Pierrefonds, qui est bâti dans une vallée et reçoit des collines environnantes de l'eau traversant une couche de sable grossier de 20 mètres environ, MM. Chantenesse et Widal ont constaté la présence des bacilles de la fièvre typhoïde dans les puits de certaines maisons où cette maladie s'était déclarée cinq fois de suite. Or, il fut prouvé que cette eau parfaitement claire avait été polluée sur les hauteurs par des fosses d'aisance, et que par conséquent les microbes avaient traversé la couche de sable, qui constitue cependant un filtre parfait pour les matières organiques.

la propagation du microbe du choléra. Koch soutient que la dessiccation détruit les bacilles du choléra bien plus rapidement que les autres bactéries, et que ces bacilles ne se développent et ne se multiplient que dans des milieux alcalins (1). D'autre part, on constate que les années 1865-1866 et 1884-1885 ont été des années de sécheresse, ce qui ne concorde pas, à première vue, avec les données du savant professeur de Berlin. On constate encore que ce sont précisément les villes manquant d'eau et de canalisation d'égouts qui sont les plus éprouvées dans le midi. Enfin, nulle part on n'use plus d'acides dans l'alimentation que dans le midi de la France et en Italie, où le citron entre dans tous les mets.

Il est probable que les bacilles du choléra, qui se multiplient si rapidement dans les linges mouillés souillés par les cholériques, quand on a soin d'entretenir l'humidité, ne résistent pas plus à l'oxydation de l'eau courante et fraîche qu'ils ne résistent à l'oxydation dans un sol poreux et calcaire. La rareté de la transmission du choléra par les rapports immédiats avec les malades, ou même avec les matières qui en proviennent serait due, d'après Koch, à une destruction rapide par dessiccation. D'ailleurs, ces bacilles seraient détruits par le suc gastrique normal qui est acide.

Dans ces conditions, les personnes souffrant de dérangements de l'appareil digestif seraient seules exposées au fléau. Le bacille du choléra est incapable de vivre dans le sang et dans l'intérieur des organes ; mais il sécrète sur la muqueuse de l'intestin une ptomaïne dont l'effet est parfois aussi foudroyant que celui de la strychnine ou de l'acide prussique sur l'organisme.

(1) Une faible acidité, dit-il, qui n'entrave pas le développement d'autres bactéries, enraye sa multiplication *(Breslauer Zeit*, 1884).

L'hygiène de l'alimentation en temps d'épidémie cholérique serait donc tout indiquée ; il suffirait d'aciduler les aliments et les boissons pour se mettre à l'abri du fléau.

M. Miquel, directeur du laboratoire météorologique de Montsouris, constate que la plupart des bactéries de l'air sont des *Saprophytes* ou germes de la putréfaction ; il n'a jamais réussi à isoler de l'atmosphère des microbes véritablement pathogènes. On comprend donc la thèse de M. Chamberland, que pour éviter les contagions, il faut se préoccuper surtout de purifier les eaux potables, de détruire les déjections du malade par le feu et l'eau bouillante, et d'assainir les literies par la vapeur d'eau surchauffée.

La saturation de la couche *superficielle* du sol des lieux habités paraît contribuer aussi pour une large part au développement des épidémies. C'est pourquoi le docteur Koch recommande de drainer soigneusement ces couches, pour entraver la multiplication des microbes, dont la sécheresse paralyse la vitalité.

Il est hors de doute qu'on a déjà réussi à entraver sur plusieurs points la marche du choléra en employant ces procédés de désinfection radicale, décrits plus haut, notamment en Italie, dans le midi de la France et aux environs de Paris, où la dernière épidémie a peut-être été enrayée par la nouvelle hygiène préventive (1).

M. Chamberland a inventé un filtre en porcelaine cuite à 1200 degrés qui donne une eau complètement exempte de germes, et une étuve à désinfection (autoclave Chamberland) qui désinfecte en quelques minutes les linges, matelas, etc., par la vapeur comprimée. — Aucun des microbes pathogènes découverts jusqu'à présent ne résiste à une immersion de 10 à 15 minutes dans l'eau bouillante, pas plus que les bactéries de l'air ne résistent à sa calcination. Si l'air n'est pas le véhicule des microbes du choléra, de la fièvre typhoïde, il serait cependant téméraire

(1) M. Pasteur a présenté dernièrement à l'Académie un mémoire d'un de ses disciples, qui en faisant passer le microbe cholérigène du cobaye sur le pigeon, a réussi à reproduire chez cet animal les symptômes mortels de la maladie et à préparer un vaccin produisant l'immunité. Nous attendons la confirmation de cette grande découverte.

d'affirmer qu'il ne peut servir de véhicule à d'autres microbes pathogènes, notamment à ceux qui s'attaquent aux voies respiratoires ou qui engendrent les maladies éruptives, comme les bactéries de la pneumonie, de la coqueluche, et même de la tuberculose, de la rougeole, de la scarlatine, de la variole et de l'érysipèle.

Pendant la guerre de Crimée, la ventilation régulière des salles d'hôpital a diminué sensiblement la mortalité par contagion du typhus *exanthémique,* qui décima si cruellement l'armée française.

L'analyse de l'air des salles d'hôpital a permis d'y constater la présence des microcoques de l'érysipèle et de la pneumonie. On y a même trouvé des bacilles-virgules, fort semblables à ceux du choléra ou des entérites cholériformes.

IV

L'étude des bactéries de l'air et de l'eau. — Le bacille de la fièvre typhoïde. — Les germes de vers parasites. — Curieuses transmigrations. — Les ténias, les nématodes, les douves, etc. — L'éléphantiasis, la cachexie aqueuse, la fièvre jaune, la rougeole, la scarlatine, la variole et l'origine du vaccin. — Les fièvres intermittentes et les maladies diphtéritiques. — Pneumonies et pleuropneumonies contagieuses.

M. Miquel a constaté que le nombre des bactéries de l'air est beaucoup plus considérable en été qu'en hiver, et que ce nombre varie en raison directe de la pression atmosphérique et en raison inverse de l'état hygrométrique.

Les pluies purifient l'air des bactéries, qui s'y sont accumulées pendant les périodes de sécheresse, alors que le vent les enlève à la surface du sol et les dissémine dans l'atmosphère (1).

(1) Après les ouragans des équinoxes (vents du sud-ouest), on a trouvé dans l'air de nombreuses traces d'infusoires originaires de l'Amérique. Il peut donc être considéré comme certain que les bactéries du nouveau monde nous parviennent par la même voie. La mer est le grand désinfectant du globe, elle absorbe constamment des légions de microbes qui lui sont apportés par les fleuves et par les vents.

L'air des villes en contient souvent des quantités considérables, de même que l'air des habitations, surtout des salles publiques, des dortoirs, casernes, hôpitaux, etc. Cependant l'air expiré ne contient guère de bactéries, tandis que l'inspiration en amène un grand nombre dans les voies respiratoires, qui constituent un véritable filtre pour les poussières atmosphériques.

Dans les 10 mètres cubes d'air que nous inspirons en 24 heures, on a compté à la campagne environ 150 mille germes de moisissures, algues, levures, conferves, etc., et plus d'un million dans l'intérieur des rues. Ces moisissures augmentent beaucoup en été et par les temps humides ; de 22 par litre en été, elles tombent à 6 en hiver.

Quant aux bactéries, M. Miquel en compte en moyenne 750 par mètre cube d'air, ou moins d'une bactérie par litre ; de 600 environ en hiver, elles passent à 400 en mai, à 800 en été, à 1000 en octobre, etc. Pour les spores, au contraire, le maximum se produit en juin, et leur nombre décroît lentement jusqu'en octobre.

Les appareils qui servent à recueillir ces germes ont subi des transformations et des perfectionnements nombreux. Au début, on se contentait de faire barboter l'air aspiré dans un ballon à deux tubulures rempli d'eau stérilisée ; les germes de l'air se déposaient au passage dans le liquide, qui servait ensuite à ensemencer un certain nombre de petits ballons contenant diverses substances nutritives également exemptes de germes. Pour cultiver les moisissures, c'est-à-dire les germes d'algues et de champignons, on emploie des milieux nutritifs *acidulés* à base d'hydrates de carbone ; au contraire, pour cultiver les bactéries, on a recours aux milieux neutres ou alcalins et à base de substance azotée ; de plus, on chauffe pendant plusieurs semaines les ballons à 35° ou 40° à l'étuve, afin de favoriser la végétation.

Les progrès de ce nouveau genre de *culture intensive*

ont permis d'évaluer avec une précision relative le nombre de germes contenus dans l'air, que l'on mesure à sa sortie du ballon.

Depuis lors, on a perfectionné ces procédés par la méthode de Koch, méthode déjà connue d'ailleurs des botanistes mycologues, et qui consiste à disséminer les germes sur des plaques ou des papiers enduits de gélatine ou d'autres milieux solides ou mi-solides. — L'analyse des eaux pluviales, et surtout celle des eaux de source et de rivière, a donné des résultats tout aussi remarquables ; plus remarquables même, au point de vue de l'étude des bactéries, car il a été établi, notamment, que les eaux les plus pures en apparence, peu riches en matières organiques ou en composés azotés, peuvent contenir beaucoup de microbes pathogènes, comme celui de la *fièvre typhoïde* par exemple. Ce bacille, ainsi que le microbe du choléra, prospère dans les eaux pures, exemptes d'autres bacilles. La bactéridie charbonneuse ne craint pas le voisinage d'autres microbes, tels que les bactéries de la putréfaction, qui décomposent les matières organiques en suspension dans l'eau, et qui tuent, paraît-il, le spirille du choléra.

Toutefois il faut reconnaître qu'en dépit de la perfection des analyses bactériologiques et mycologiques des eaux de source, de puits ou de rivière, on n'a pu y découvrir jusqu'ici que deux ou trois bactéridies véritablement redoutables pour notre espèce, notamment celles du choléra et de la fièvre typhoïde. Chose curieuse, la congélation ne paraît pas avoir grande influence sur les bactéries du typhus et du pus. Il est donc dangereux de faire usage de glace provenant de rivières ou d'étangs suspects de contamination. En général, le froid ne tue pas les *germes* des microbes qui sont détruits par la chaleur.

M. Miquel compte en moyenne 35 bactéries par centimètre cube d'eau de pluie, tandis que, dans le même volume d'eau, on en compte 1400 en amont et 3200 en aval de la Seine à Paris, et 20000 dans l'eau d'égout des irrigations d'Asnières et de Clichy.

M. Prudden et M. Janowski ont étudié recemment les microbes de la neige et de la glace. Le premier de ces observateurs a constaté que la congélation, qui ne détruit pas les germes, tue un nombre considérable de microbes ; les gels et dégels successifs leur sont plus nuisibles que la congélation continue. Chaque centimètre cube de glace provenant de trois sources qui alimentent New-York, contenait plus de 2000 bactéries vivantes : un verre de glace fondue en contiendrait un demi-million. La glace bulleuse ou neigeuse contient toujours beaucoup plus de microbes que la glace transparente ; celle-ci n'en contient parfois qu'une cinquantaine par centimètre cube, quand l'autre en contient de 10 à 50 000. L'espèce la plus commune est un bacille fluorescent, *aérobie*, toujours plus abondant à la surface de l'eau. M. Prudden a constaté que ce bacille se dirige vers les portions bulleuses de la glace, où il est ensuite emprisonné par la congélation. Le nombre des bactéries trouvées dans la neige est très inférieur à ceux de la glace ou de la pluie. Un bacille fluorescent y prédomine également. M. Schmelck l'a trouvé dans l'eau de fusion des glaciers de la Norwège, et se demande si ce bacille ne joue pas un grand rôle dans la production de la teinte verte de ces glaciers.

De toutes ces observations il résulte qu'il est très dangereux de boire d'une autre eau que l'eau de source, à moins de la filtrer ou de la faire bouillir.

Les habitants de la campagne s'exposent fréquemment à contracter eux-mêmes, ou à inoculer à leur bétail les germes d'une maladie infectieuse, en puisant l'eau potable à des ruisseaux éloignés de leurs sources. Ce ne sont pas seulement des germes de bactéries que l'on s'expose à absorber dans ces conditions ; la pureté de l'eau peut être altérée par différentes espèces d'animalcules appartenant à des groupes fort hétérogènes, comme des infusoires, des arachnides, des crustacés et des vers. Ces eaux charrient quelquefois en grande quantité des embryons de

vers intestinaux (ténia, douves, bothriocéphales). ou des anguillules, analogues aux trichines, qui se fixent dans les tissus.

En Islande, le *Tœnia echinococcus* ou *T. serrata* décime la population. Ces vers à l'état de larves *(hydatides)* provoquent la formation de kystes dans le foie, et perforent le ventre, les poumons, le cerveau. Ils sont transmis à l'homme par l'intermédiaire du chien, dont les excréments, entraînés par les eaux, contaminent les rivières.

En Suisse et en Russie, le bothriocéphale, ver parasite à ventouses sans crochets, pénètre également dans le corps par les boissons ; son embryon nage au moyen des cils vibratiles dont il est couvert.

Il paraît que depuis que les habitants de Genève ont cessé de boire l'eau du lac pour s'alimenter aux sources des montagnes, l'épidémie du ver solitaire y a complètement disparu. Cependant les expériences du docteur Max Braun ont prouvé que les larves de ce ver passent par un hôte intermédiaire qui n'est autre que le brochet : avis aux touristes.

On sait que les *Helminthes*, vers entozotaires, proviennent de larves appelées *cysticerques*, qui s'enkystent dans une poche séreuse formée aux dépens des organes où elles ont pénétré. Ces petits vers sont sortis des œufs qui, après avoir été disséminés sur le sol ou sur l'eau, ont été absorbés avec les aliments.

Le plus souvent la larve vit transitoirement dans le corps d'un animal qui sera dévoré par un autre, et c'est dans le corps de ce dernier que le parasite accomplit sa dernière évolution. La ladrerie du porc n'est autre chose qu'un phénomène de cet ordre ; le ver solitaire ordinaire de l'homme résulte de la transmigration et de la transformation de cette larve dans notre propre organisme, où elle pénètre avec la viande de porc contaminée. Le mouton, en avalant avec l'eau les œufs d'un ténia de chien *(T. cénure)*, contracte la maladie connue dans nos campa-

gnes sous le nom de *tournis;* les vésicules du cénure pénètrent dans le cerveau et font tourner l'animal du côté où ils siègent.

Les cysticerques sont beaucoup plus redoutables que les helminthes ou ténias auxquels ils donnent naissance : ces derniers restent confinés dans le tube intestinal, tandis que les cysticerques pénètrent dans les organes clos, dans le cœur, le foie, le poumon, le cerveau.

M. Blanchard raconte que, lors du percement du Saint-Gothard, une épidémie meurtrière s'abattit sur les ouvriers, frappés d'anémie par centaines et succombant en grand nombre aux suites de la maladie. Le docteur Gaziadée, en disséquant l'intestin d'un ouvrier, reconnut la présence de centaines de petits vers de la famille des ancyslostomes. Ces vers ont la bouche armée de quatre crochets qui les fixent à la muqueuse de l'intestin et leur permettent de perforer les tissus.

Le professeur Peroncito de Turin reconnut bientôt l'identité de cette maladie avec l'anémie des mineurs et des ouvriers qui travaillent l'argile ou les rizières dans les pays chauds. Or, c'est par l'eau, et par l'eau seule, dit M. Blanchard, que cet hôte redoutable nous envahit. Les eaux de pluie forment des flaques boueuses où se mêlent les déjections des ouvriers réunis en grand nombre ; on s'explique ainsi qu'un seul individu puisse contaminer toute une équipe, les ouvriers déposant à terre leurs instruments et vêtements, et s'asseyant sur le sol aux heures des repas.

Dans les mines de sel ou de pyrites ces accidents ne se produisent jamais, parce que l'ancyslostome ne peut vivre dans l'eau salée ou imprégnée d'acide sulfureux ou sulfurique.

Dans les rizières de la Cochinchine, inondées périodiquement par les débordements du Mé-Kong, la première expédition française fut cruellement décimée par la dyssenterie.

Les médecins de l'expédition, ayant remarqué que les indigènes en étaient rarement atteints, prescrivirent aux soldats de s'abstenir d'eau fraîche et de ne boire que du thé. L'épidémie fut enrayée dans sa marche. Il fut reconnu plus tard que cette maladie est due également à des vers, comme les anguillostomes et les anguillules. Mais ces parasites sont, paraît-il, toujours associés à plusieurs autres, notamment à des *trichocéphales*, *des oxyures*, *des linguatules* et plusieurs *acarus*, de la famille des Arachnides.

On sait que la gale est produite par un *acarus* qui chemine sous la peau. Or, les accidents qu'il entraîne sont suspendus pendant le cours de certaines maladies microbiennes, telles que la fièvre typhoïde, l'érysipèle, la variole. C'est un curieux cas de lutte pour l'existence entre les parasites.

Certaines eaux douces, notamment les eaux stagnantes, contiennent de petites sangsues presque invisibles qui causent des hémorragies violentes dans l'arrière-bouche et le larynx de l'homme et des animaux domestiques. Les soldats qui suivirent Napoléon Ier à travers les déserts de l'Égypte furent plus d'une fois victimes de ces parasites.

Le cheval avale fréquemment, en buvant l'eau des mares, le germe d'un ver appelé le *Sclérostome armé*. En sortant de l'œuf, ce ver circule dans les vaisseaux sanguins, où il peut produire des anévrismes et des embolies mortels ; puis il pénètre dans l'intestin où il vit à l'état adulte.

Les vers qui tourmentent les enfants sont de deux espèces. Les *oxyures*, qui mesurent quelques millimètres de longueur, vivent dans la partie terminale de l'intestin, qu'ils perforent parfois pour pénétrer jusque dans les organes génito-urinaires. Ces vers déterminent alors chez les enfants des habitudes vicieuses par les démangeaisons qu'ils engendrent. On s'en débarrasse par des lavements répétés d'eau froide et acidulée. Les *ascarides lombricoïdes*, qui

ressemblent à des vers de terre, habitent de préférence l'intestin grêle, mais remontent parfois dans l'estomac d'où ils sont chassés par des vomissements. D'ordinaire ce ver pond ses œufs dans l'intestin, d'où ils sont expulsés au dehors avec les excréments. Répandus sur le sol, ces œufs, munis d'une coque très résistante, sont bientôt emportés par le vent ou balayés par les pluies jusque dans les rivières et les flaques d'eau. Ce parasite, encore très commun à la campagne, a disparu des quartiers des villes où l'on fait usage d'eau filtrée.

Les enfants lymphatiques ou scrofuleux offrent un terrain particulièrement favorable au développement de ces vers, qui passent probablement par un hôte intermédiaire avant d'évoluer dans le corps humain. — On débarrasse les enfants des ascarides au moyen de la santonine.

Divers animaux domestiques, comme les chevaux, les bœufs, les chiens et les chats, sont également sujets aux attaques des ascarides et des oxyures.

Plusieurs espèces de vers filiformes habitent également le tube digestif de l'homme et des animaux domestiques ; ils pénètrent dans les voies digestives avec l'eau potable. Tels sont les *trichocéphales*, les *strongles*, les *sclérostomes* et les *filaires* ou *dragonneaux*. Ces derniers, qui peuvent atteindre deux mètres de longueur, produisent de graves abcès sous la peau, dans les viscères et jusque dans les yeux (1).

Les œufs qui sortent des abcès sous-cutanés de la filaire

(1) La filaire de l'œil se loge chez les nègres entre la conjonctive et la sclérotique ; une autre espèce se fixe dans le cristallin.

La filaire du cheval vit dans la poitrine, celle du chien dans le cœur La *filaire lacrymale* vit dans les conduits lacrymaux du cheval et du bœuf.

La strongle filaire habite les trachées et les bronches du mouton et de la chèvre, où elle détermine des broncho-pneumonies parfois mortelles.

D'autres espèces se fixent sur la trachée et les bronches des chevaux, des ânes et des bœufs, et entraînent leur dépérissement ; dans les voies respiratoires du porc et du sanglier, dans l'intestin grêle ou le poumon des ruminants, voire même dans la trachée des dindons et des faisans, chez lesquels elles produisent des épidémies mortelles.

de Médine donnent naissance à des embryons qui sont entraînés par les pluies dans les rivières ou les mares, où ils s'accrochent aux pattes de très petits crustacés, appelés *cyclopes,* pour pénétrer ensuite dans leur abdomen à travers les anneaux. Ces cyclopes, qui abondent dans certaines eaux pendant les grandes chaleurs, pénètrent à leur tour dans l'estomac de l'homme, où ils sont tués par le suc gastrique, tandis que les larves de la filaire accomplissent leur dernière métamorphose à l'abri de leur coque chitineuse.

Un médecin résidant en Chine, M. le Dr Patrick Mauson, a prouvé récemment que l'éléphantiasis des Arabes et l'hématochylurie des pays chauds sont déterminées par la même cause, qui n'est autre qu'une filaire du sang introduite également par l'eau dans l'organisme, mais dans des conditions tellement extraordinaires que l'on a traité de fable l'histoire de cette évolution, dont les différentes phases sont d'ailleurs parfaitement établies.

On trouve le ver à l'état de larve dans l'eau, qui lui sert de véhicule pour pénétrer dans le corps humain. Or, cette larve y a été déposée par un moustique qui a sucé le sang d'un homme atteint d'*éléphantiasis* ou hématurie tropicale.

L'examen microscopique d'une goutte de sang d'un malade y révèle la présence d'une infinité de vermisseaux qui s'agitent et nagent au milieu des globules sanguins à la façon des vibrions. Le moustique, qui a percé la peau de l'homme pour sucer le sang, aspire au moyen de sa trompe, comme pourrait le faire un chirurgien avec une seringue de Pravaz, plusieurs embryons qui se fixent et se développent dans son tube digestif aux dépens du sang absorbé. On a trouvé plus de cent larves de ce genre dans l'estomac d'un seul moustique.

C'est absolument par le même procédé que les mouches charbonneuses absorbent les bactéries qu'elles vont inoculer ensuite aux animaux. Il est probable que le poi-

son des mouches qui rendent certaines régions de l'Amérique du Sud et de l'Afrique australe inhabitables aux chevaux ou aux bœufs n'a point d'autre origine.

Finalement la femelle du moustique va confier aux eaux d'une mare, d'un lac ou d'un ruisseau ses propres œufs et se noie après la ponte. Les embryons de la filaire sortent alors de son cadavre et vivent au sein des eaux jusqu'au jour où ils pénètrent dans le corps d'un animal ou de l'homme. Grâce à leur petitesse extrême, ces embryons passent dans tous les liquides de l'organisme, notamment dans l'urine et dans les excréments; et c'est en perforant les vaisseaux sanguins et lymphatiques des reins qu'ils produisent la chylurie et l'hématurie. — A l'état adulte, ces vers peuvent atteindre dans le sang et dans les vaisseaux lymphatiques une longueur de dix centimètres.

Si les vaisseaux lymphatiques s'engorgent sous l'épiderme, la peau s'indure, se gonfle démesurément, et prend des proportions monstrueuses ; de là vient le nom d'*éléphantiasis*, donné à cette maladie par les Arabes.

La cachexie aqueuse des moutons est produite par un ver plat, en forme de feuille, appelé la *douve* du foie. Elle vit à l'état de larve ciliée dans les mollusques d'eau douce, tels que la lymnée des étangs, ou dans les colimaçons, qui abondent sur les prairies humides. Dans le corps de ces mollusques, l'embryon cilié se métamorphose, ou plutôt donne naissance à de petites larves appelées *rédies;* chacune de ces larves engendre une larve épineuse appelée *cercaire*, qui se fixe sur les plantes aquatiques en s'entourant d'une coque blanche ; c'est sous cette forme que les moutons l'avalent en broutant. La douve vit dans les canaux biliaires des moutons, des bœufs et même de l'homme.

La trichinose est transmise à l'homme par la viande du porc; mais l'hôte naturel de ce ver est le rat, qui se transmet les trichines de génération en génération. Les femelles de ces vers sont vivipares et produisent chacune un mil-

lier d'embryons huit jours après leur entrée dans le tube digestif. Ces embryons percent les parois du tube et pénètrent dans les muscles, où ils se métamorphosent dans une capsule transparente en forme de citron fabriquée aux dépens de la fibre musculaire.

L'eau n'est pas le véhicule qui introduit ce parasite dans l'estomac du porc, comme plusieurs observateurs l'avaient supposé d'abord.

Certains auteurs ont soutenu que les microbes pathogènes ne peuvent vivre longtemps dans l'eau comme le font la plupart des vers parasites. C'est une erreur. MM. J. Straus et A. Dubarry viennent d'établir, par une longue série de recherches, qu'indépendamment du microbe de la fièvre typhoïde et du choléra, plusieurs bacilles pathogènes peuvent subsister même dans l'eau stérilisée. Le spirille du choléra y vit encore après 7 mois; le bacille de la fièvre typhoïde y a été trouvé vivant après 80 jours; le bacille de la tuberculose, après 175 jours; le bacille de la morve, après 57 jours; ceux du choléra des poules, du rouget du porc et du pus, après un nombre de jours variant entre une semaine et un mois. Les microbes pathogènes vivraient aussi longtemps dans les eaux les plus pures que dans les eaux chargées de matières organiques ou inorganiques, et leur séjour prolongé dans ces eaux n'entraînerait pas pour la plupart d'entre eux, le microbe de la tuberculose excepté, une modification considérable de la virulence.

MM. Straus et Dubarry concluent qu'il n'y a pas de distinction radicale à établir entre les microbes pathogènes et les microbes communs de l'eau, quant à la faculté de vivre et de se multiplier dans ce milieu.

Le dégagement d'hydrogène sulfuré qui se produit dans les eaux d'égout est dû à une bactérie découverte par M. Miquel; cette bactérie décompose les matières albuminoïdes, dont elle dégage le soufre à l'état d'acide sulfhydrique; elle dégage aussi de l'hydrogène et de l'acide car-

bonique quand on la cultive à l'abri de l'air dans un milieu privé de soufre. Cultivée dans l'urine, elle donne le sulfhydrate d'ammoniaque ; or l'hydrogène sulfuré, contrairement à ce qu'on avait cru longtemps, est un antiseptique très puissant, qui entrave l'évolution de plusieurs bactéries pathogènes, notamment celle de la tuberculose, ce qui explique l'action bienfaisante des eaux minérales sulfureuses sur un grand nombre de poitrinaires.

On soupçonne encore les eaux de boisson de transmettre le germe de la fièvre rémittente. Cette fièvre est causée par un spirille qui est très abondant dans le sang des malades, mais n'apparaît point dans les sécrétions ; il disparaît après les accès ; ses longs filaments en spirale sont animés de mouvements ondulatoires très rapides. Jusqu'à présent on n'a réussi à inoculer ce microbe avec succès qu'à des singes. La maladie ne se reproduit point chez d'autres animaux, ce qui témoigne d'une adaptation très spéciale. De même le bacille de la lèpre, qui est très bien connu, a résisté jusqu'ici à toutes les tentatives de culture chez les animaux.

L'histoire nous apprend que les fièvres paludéennes ont sévi avec une grande intensité dans les marais pontins après chaque invasion de barbares, qui déterminait l'abandon de la culture.

Le miasme de l'impaludisme est causé par un microbe d'un genre particulier qui paraît voisin des protozoaires, d'organisme très primitif : c'est une masse gélatineuse, qui émet des filaments transparents doués de mouvements rapides et qui peuvent se détacher pour se mouvoir dans le sang ; l'inoculation du sang infecté de ces êtres miscroscopiques détermine des accès de fièvre intermittente. On avait cru d'abord que cette maladie était causée par un bacille, puis par une algue microscopique de la famille des oscillaires ; en tout cas, ce microbe se développe essentiellement aux dépens du globule rouge du sang qu'il détruit. La diminution numérique des globules rouges peut

aller, paraît-il, jusqu'à un million pendant le premier accès. Le pigment colorant du globule forme alors un résidu granuleux, qui est absorbé par les globules blancs dont il développe le volume d'une façon tout à fait anormale.

D'après les médecins américains Format, Curtis et Sattershwait, le microbe du croup et des maladies diphthéritiques est un microcoque qui pénètre dans les globules blancs ou leucocythes du sang et les fait éclater ; ce qui expliquerait pourquoi ces maladies frappent de préférence les enfants lymphatiques, dans le sang desquels les globules blancs prédominent.

Il est facile de constater la présence de ces microcoques dans les fausses membranes engendrées par la maladie, mais on n'a pu jusqu'à présent rendre un animal diphthéritique par inoculation de ce microbe. Löffler a isolé des membranes diphtéritiques une bactérie qu'il a cultivée, et qui jouerait, d'après lui, un rôle plus important que le microcoque dans la genèse de la maladie.

Dans une récente communication faite à l'Académie de médecine de Paris, MM. Roux et Yersin ont confirmé complètement la découverte de Löffler ; ils ont réussi à reproduire les fausses membranes de la diphtérie par l'inoculation de ce bacille, un peu plus épais que celui de la tuberculose, et qui demande comme celui-ci un terrain préparé pour évoluer ; ce qui explique pourquoi la diphtérie est surtout fréquente à la suite de la rougeole et de la scarlatine. MM. Roux et Yersin annoncent un prochain mémoire sur le vaccin de la diphtérie (1).

On a prétendu que les pigeons voyageurs donnent naissance à des épidémies diphtéritiques en colportant ce microbe ; cette affirmation, qui repose sur plusieurs observations dignes d'attention, demande confirmation. MM. Emmerich et Chauveau pensent que la volaille peut

(1) Janvier 1889. — Le soufre et le sulfure de calcium, administrés à temps, jouiraient de la propriété d'entraver l'évolution de ce parasite du sang.

produire l'ensemencement des germes diphtéritiques dans les fumiers. D'autre part, M. Longuet a constaté que les foyers d'épidémie diphtéritique les plus actifs dans l'armée française sont voisins des fumiers ou des écuries de chevaux, ce qui confirme du reste les observations de Klebs, Ferrand et Tessier.

La pépie, qui dépeuple nos basses-cours, est caractérisée par la présence d'un bacille dans les fausses membranes ; chez les pigeons, ce bacille est plus court et paraît constituer une autre espèce.

Le Dr Domingo Freire prétend avoir découvert le microcoque de la fièvre jaune, particulier à cette terrible maladie des pays chauds. Ce microcoque pourrait être également transmis à l'homme par les oiseaux. Dernièrement plusieurs personnes, en France, ont été atteintes de la fièvre jaune, qui leur aurait été communiquée par des perroquets récemment arrivés du Brésil.

D'après le Dr Jourdanet, l'assainissement du sol par le déboisement et le desséchement des marais, qui a fait disparaître la fièvre intermittente de certaines villes du littoral du Mexique, n'aurait aucune action sur le microbe de la fièvre jaune ; au contraire, l'apparition de ce fléau paraît avoir coïncidé quelquefois avec la disparition des fièvres paludénnes (1).

Les côtes aujourd'hui les plus meurtrières pour les Européens étaient à l'abri de la fièvre jaune il y a un siècle et demi, alors que la colonisation espagnole avait déjà pris un grand développement au Mexique.

La rougeole et la scarlatine seraient également causées par des microcoques, s'il faut en croire les expériences des Drs Coze, Feltz et Klein. D'après d'autres, le soi-disant microcoque de la scarlatine serait identique à celui qui engendre le pus, ou proviendrait d'une maladie éruptive de la vache. Selon Edington, le véritable agent de

(1) Jourdanet, *Le Mexique et l'Amérique tropicale.*

la maladie serait un bacille qu'on voit se développer lorsqu'on institue des cultures avec des fragments de la peau du malade, qui se détache à partir du 25e jour.

La nature du microbe de la petite vérole et la présence de ce microbe atténué dans le vaccin ont donné lieu à de nombreuses recherches qui n'ont guère abouti jusqu'à présent à des résultats concluants. Cependant on trouve toujours dans la variole et dans le vaccin des microcoques, et même de plusieurs sortes ; mais les cultures instituées en vue de reproduire artificiellement la maladie n'ont pas encore réussi.

Toutefois, dès 1868, M. Chauveau, en filtrant du vaccin sur porcelaine, a prouvé que la virulence ne réside pas dans le liquide, mais dans les granulations qui restent sur le filtre. M. Lafosse, professeur à l'école vétérinaire de Toulouse, a fait voir que le vaccin, dont Jenner a découvert par hasard les propriétés si remarquables, n'est autre chose que *Horse pox*, ou pustule caractéristique d'une fièvre éruptive du cheval inoculée à la vache (voir REVUE D'HYGIÈNE, juillet 1888 : *Cow pox et Horse pox*, par LAYET). N'est-ce pas là encore un curieux exemple de la transformation des propriétés virulentes d'un microbe par les changements de milieu? Certaines écoles discutent encore aujourd'hui l'efficacité de la vaccination, et prétendent même qu'elle peut inoculer à l'homme sain le germe de graves maladies constitutionnelles : ce sont là des hypothèses qui n'ont jamais été démontrées ; tandis qu'il est prouvé aujourd'hui que la vaccination, pratiquée avec discernement, peut faire disparaître la variole : ainsi, dans l'armée allemande, où cette pratique est obligatoire, la variole a disparu. Quoi qu'en disent donc ses détracteurs, le nom de Jenner ne doit pas être rayé de la liste des bienfaiteurs de l'humanité. — M. le Dr Landouzy a signalé le rapport qui existe entre la variolation et la tuberculisation. Sur 300 personnes marquées de la petite vérole, à Paris, *moins* de 4 pour cent ont été *absolument* indemnes de tuberculose.

La pneumonie fibrineuse est causée par un microcoque dont la nature a été parfaitement déterminée par M. Friedlandes. Ces microcoques sont ovales et souvent réunis par paires dans une capsule gélatineuse et transparente qui se retrouve dans les crachats.

Tout porte à croire que la pleuropneumonie contagieuse du bétail est causée par un organisme analogue. On sait que la méthode d'inoculation préventive de cette maladie a été découverte et appliquée avec succès en Belgique par M. le Dr Willems, aidé de M. le professeur Van Kempen, de Louvain (Voir les rapports présentés à l'Académie de médecine de Belgique en 1880-81, par MM. Willems, Bruylants et Verriest).

V

Les microbes du sol. — Influence de la nature du sol sur le développement des bactéries. — Microbes nitrifiant et dénitrifiant. — Le vibrion butyrique. — Le tétanos. — Microbes et eaux d'égout. — Charbon bactérien et bactéridien. — Bactérie de la morve. — Transformation du lait et du fromage par les bactéries. — Conclusion.

La terre, qui reçoit toutes les déjections de l'homme et des animaux, constitue le réceptacle par excellence des microbes. C'est un véritable filtre qui retient dans ses mailles tout ce qui vit. Suivant sa constitution chimique et physique et les variations climatériques, elle favorisera la conservation, le développement et l'apparition de telle ou telle espèce de microbe pathogène ; comme dans l'eau, les milieux acides développeront de préférence les germes de moisissures, algues ou champignons, les milieux neutres ou alcalins favoriseront l'évolution des bactéries aérobies ou anaérobies suivant la profondeur.

Ainsi, nous avons vu que certaines terres (argilo-calcaires) favorisent l'évolution de la bactéridie charbonneuse, qui ne vit pas dans les sols crayeux. Les sols sablonneux conservent ou laissent passer les germes suivant la den-

sité de leur grain et la quantité de matières organiques qu'ils renferment. L'argile happe les microbes comme les sels minéraux et les retient énergiquement au point de les immobiliser. M. Petenkoffer enseigne que certains microbes pathogènes, ceux du choléra et du typhus par exemple, se développent de préférence dans les sols poreux à sous-sol imperméable, comme les terrains d'alluvion argileux et calcaires, tandis que les sables à couches profondes, les sols granitiques ou schisteux, c'est-à-dire les terrains primaires, jouiraient d'une immunité plus ou moins complète.

Dans ces conditions, les microbes fixés dans les terrains de la première catégorie formeraient des foyers d'épidémie chaque fois que les nappes d'eaux souterraines se retirent après avoir été surélevées par les pluies. L'abondance des pluies et l'accroissement de la chaleur favoriseraient le dégagement du miasme tellurique. A Munich, quand le niveau de la nappe d'eau souterraine s'abaisse ou s'élève, la fièvre typhoïde augmente ou diminue.

Cette théorie, combattue par plusieurs hygiénistes, repose cependant sur de nombreuses observations relevées en France et en Allemagne. Le drainage du sol constitue, dans bien des cas, une mesure d'hygiène curative et préventive des plus efficaces. La statistique a prouvé, par exemple, que dans certaines villes anglaises, comme Leicester et Salisbury, les ravages de la mortalité par la phtisie ont diminué d'un tiers ou de la moitié après le drainage du sous-sol. Il a été constaté à Gennevilliers que le relèvement du plan de la nappe d'eau souterraine suffit pour engendrer la fièvre intermittente.

Cette fièvre paludéenne n'a pas été causée par les eaux d'égouts, puisqu'on n'a guère constaté son apparition sur les terrains irrigués soumis à un drainage continu, où des cultures suivies et intensives entraînent des labours fréquents.

MM. Muntz et Schoesing ont découvert dans la terre

arable un microcoque qui joue un rôle considérable dans la fertilisation de tous les sols cultivés. C'est le microcoque nitrifiant, qui transforme l'azote insoluble et inassimilable par les plantes en acide nitrique ou plutôt en nitrates, qui sont absorbés directement. Cet organisme aérobie ne commence à fonctionner qu'au-dessus de 5 degrés ; l'intensité de son action s'élève au maximum à 37 degrés ; il cesse d'agir entre 50 et 55 degrés, et meurt à une température de 100 degrés maintenue pendant quelques minutes.

Lorsque le microcoque de l'urine a transformé l'urée du fumier en carbonate d'ammoniaque, le microcoque nitrifiant transforme, à son tour, l'ammoniaque en acide nitrique ou en acide nitreux, si son action vitale est affaiblie par le défaut d'air ou de chaleur.

L'action du microbe nitrifiant est particulièrement énergique dans l'irrigation par les eaux d'égouts. A Gennevilliers, toutes les matières azotées de ces eaux sont transformées en quelques heures en nitrates, en passant à travers une épaisseur de 4 à 5 mètres de sable calcareux.

M. Duclaux a mis en lumière le rôle considérable des bactéries dans la végétation. Il a montré que les plantes que l'on cultive dans un sol dépourvu de microbes végètent aussi misérablement que dans l'eau.

M. Gay a découvert depuis lors, à la station agronomique de Bordeaux, un microbe aux fonctions opposées, c'est-à-dire *anaérobie*, qui produit la réduction des nitrates dans le sol et favorise le dégagement de l'azote libre ; ce ferment, qui pourrait bien être le vibrion butyrique de Pasteur, est, comme le précédent, paralysé par l'action du chloroforme, l'élévation ou l'abaissement de la température.

Il existe une catégorie de plantes cultivées, de la famille des légumineuses, que les cultivateurs ont qualifiée depuis longtemps du nom de plantes améliorantes, parce que la culture de ces plantes, intercalée dans l'assolement, paraît

enrichir le sol en matière fertilisante au lieu de l'appauvrir.

Il y a une trentaine d'années déjà que M. George Ville instituait au muséum de Paris des expériences de laboratoire concluant à la fixation directe de l'azote de l'air par les plantes de cette famille. Cette doctrine fut vivement discutée par les chimistes, notamment par Boussingault. Mais, dans ces derniers temps, un savant allemand, reprenant les expériences de culture dans le sable calciné, avec des engrais minéraux sans azote, vint confirmer les idées du savant français, en ce qui concerne la fixation de l'azote libre de l'air par les végétaux de cette famille. Seulement, au lieu d'admettre que l'azote est fixé par les cellules des feuilles et de la tige, il soutint que cette fixation s'opère par l'intermédiaire des racines, chargées chez les légumineuses de bulbilles contenant des bactéries. D'autre part, suivant M. Berthelot, il suffit de laisser reposer le sol arable pour fixer l'azote de l'atmosphère par l'intermédiaire des microbes de l'argile, ce qui justifierait l'ancienne pratique de la *jachère nue*.

Ces microbes seraient, dans cette hypothèse, les agents naturels de la restitution de l'azote, qui constitue l'élément fertilisant par excellence de la terre arable. *A priori*, il peut paraître difficile d'admettre que les bactéries, qui sont essentiellement des agents de désorganisation, puissent déployer la quantité d'énergie considérable qu'exige la fixation des molécules de l'azote libre sur des molécules hydrocarbonées. On sait, en effet, que l'azote est un corps indifférent, très rebelle aux combinaisons dans nos laboratoires. Il est vrai que certaines bactéries anaérobies, comme le vibrion butyrique, dégagent de l'hydrogène naissant qui peut déterminer la synthèse de l'ammoniaque en l'absence de l'oxygène. Ainsi le fer qui s'oxyde à l'air humide décompose l'eau et fixe l'azote de l'air sur l'hydrogène naissant qui résulte de cette décomposition (1).

(1) D'après M. Dehérain, professeur au Muséum, un champ cultivé avec un

On trouve dans la terre diverses espèces de ferments butyriques, confondus jusqu'ici avec le vibrion butyrique de Pasteur ou le bacille *Amylobacter*, décrit par Trécul et Van Tieghem, qui dissout la cellulose et contribue pour une si large part, avec le ferment nitrique, à la décomposition des matières organiques du sol.

La cellulose est dissoute par un ferment diastasique sécrété par le bacille ; il se forme de la dextrine et du glucose, absolument comme dans l'orge germée. Ces produits se transforment ensuite en acide butyrique. — Le rouissage du lin et du chanvre est l'œuvre d'un vibrion butyrique plus ou moins anaérobie.

Ce microbe, qui se développe abondamment dans la panse des ruminants, contribue aussi pour une large part à la digestion de la cellulose de leurs aliments. Cependant il n'attaque pas la fécule, se bornant à digérer la cellulose des membranes qui entourent les grains d'amidon. Il contribue également à la digestion des matières azotées et à la transformation des aliments en matière fécale. On a découvert dans son bacille ou bâtonnet la présence de grains d'amidon qui disparaissent au moment de la formation du germe. Celui-ci ne résiste pas à une ébullition de quelques minutes.

Le vibrion septique, isolé du bacille charbonneux par la méthode de Pasteur, se trouve aussi très abondamment dans le sol, où sa présence occasionne de fréquents accidents dont la cause était absolument inconnue jusqu'à nos jours. De la terre, mise en contact avec une plaie, peut occasionner la gangrène, en introduisant les spores de ce microbe dans le torrent circulatoire. Un certain nombre d'animaux domestiques succombent chaque année à ce genre de septicémie gangreneuse ou gazeuse, qui se produirait plus fréquemment si le microbe n'était exclusivement anaérobie.

mélange de graminées et de légumineuses fixe plus de 200 kilogr. d'azote par an et par hectare. Suivant M. Joulie, le sarrasin et le trèfle hybride fixeraient jusque 432 kilogr.

Le 25 février dernier, M. le Dr Verneuil a soumis à l'Académie de médecine un important mémoire établissant l'existence dans le sol du microbe spécifique du *tétanos*. Ce microbe, qui se colore facilement par l'aniline, est un véritable bacille.

Il est possible de remonter de l'homme tétanique au cheval malade ou sain. La transmission (cela résulte des observations) est directe ou médiate ; elle s'opère par le contact, par l'approche, *par le sol*, *par le fumier*, *par les bestiaux*, par les charrettes, par les harnais, par les divers objets que le cheval malade a contaminés. La persistance des propriétés virulentes du germe est telle, qu'on a vu une écharde de bois, extraite d'une plaie, produire le tétanos après deux ans et demi. Les palefreniers, les propriétaires de chevaux, les vétérinaires, les cochers sont les plus exposés à contracter la maladie. La morsure d'un cheval furieux, mais non tétanique, peut déterminer le tétanos.

M. Verneuil cite une série de faits cliniques montrant la transmission du tétanos à l'homme par le cheval, le mulet, l'âne, le mouton. L'origine équine paraît dominer ; elle semble avoir le redoutable privilège de déterminer les épizooties tétaniques ; on n'a pas le droit de nier, de prime abord, cette origine, lorsqu'on ne découvre pas le point de départ du mal. Il ne faut pas oublier qu'un médecin peut servir de véhicule à l'infection puerpérale, qu'il n'a pas cependant contractée ; de même aussi un cheval non tétanique, un animal sain, peut transmettre le germe du tétanos à un animal qui en meurt. Enfin, l'homme à son tour peut propager le germe sans avoir le mal : sans être tétanisé, il peut être tétanifère.

Tout le mobilier d'écurie est susceptible de propager l'affection : les blessures à l'œil produites par la mèche d'un fouet contaminé sont particulièrement dangereuses. Un de ces empiriques qui circulent dans les campagnes, et qu'on nomme hongreurs, ayant osé pratiquer une opération sur un homme, lui donna le tétanos. Un cultivateur, piquant

des betteraves dans un champ qui avait reçu du fumier provenant d'une écurie infestée, se fait une légère blessure au doigt avec son piquet, et au bout de quelques jours meurt tétanique.

La contagion par les harnais et les charrettes ne saurait être révoquée en doute ; elle est si manifeste, qu'il a été question de la combattre par des règlements de police sanitaire. Des soldats recueillis sur le champ de bataille, pendant le siège de Paris, ont pris le tétanos dans les voitures contaminées des cultivateurs, qui avaient servi pour le transport à l'ambulance.

Un jardinier conduisant un tombereau a le doigt pris entre le timon et la corde qui sert de trait. La plaie devient rapidement infectieuse et le tétanos se déclare, etc., etc.

Selon M. Duclaux, qui s'est attaché à dénombrer les microbes du sol et à déterminer leurs fonctions respectives par la méthode des cultures, le nombre des microbes serait proportionné à la quantité de matière organique contenue dans le sol : ce qui revient à dire qu'un sol normal est saturé de microbes, contrairement à ce qui arrive pour l'air et pour l'eau. M. Maggiora constate que le nombre des germes dans les sols déserts et forestiers est beaucoup plus faible, à égalité des autres conditions, que dans les terrains cultivés ; et dans ceux-ci, il est inférieur à celui des lieux habités. D'après M. Rietsch, le sol à sa superficie renferme de 400 à 900 mille bactéries par gramme (1) ; ce nombre varie évidemment avec la compacité et le degré d'aération. Plus un terrain est ancien et plus son altitude est grande, plus il est pauvre en germes, toutes choses égales d'ailleurs. Plus le sol est compact et imperméable à l'air, moins il renferme de germes aérobies capables de se développer sur la gélatine ; les sables sont plus pauvres en germes que les terrains riches en argile et en humus.

(1) On a calculé qu'il faut en moyenne six à sept cent millions de bactéries pour atteindre le poids d'un milligramme.

Quant aux terrains cultivés, le nombre des germes y augmente avec l'activité de la culture et la puissance de la fumure. Enfin, dans les sols habités, le nombre des germes superficiels est très grand ; dans les couches inférieures, il va d'ordinaire en diminuant rapidement, comme d'ailleurs dans tous les autres terrains.

M. Galippe a institué une série de recherches expérimentales pour s'assurer si les microbes du sol ne pouvaient pas pénétrer dans les tissus végétaux, surtout lorsqu'ils se développent en excès, comme c'est le cas dans les terrains irrigués par les eaux d'égouts. Il a découvert ainsi des microbes variés et nombreux dans la plupart des légumes cultivés à Gennevilliers, sauf dans l'ail, dont l'empirisme utilise depuis longtemps les propriétés antiseptiques dans l'alimentation. En résumé, le nombre des microbes contenus dans les végétaux paraît proportionnel au nombre des microbes des fumures et du sol.

Les expériences de M. Granger ne concordent pourtant pas avec celles de M. Galippe. En arrosant des graines et des légumes avec de l'eau stérilisée chargée de bacilles de la fièvre typhoïde, ce dernier n'a jamais retrouvé de traces du microbe dans la pulpe de ces végétaux (radis et salades). — M. Fernbach dit avoir repris les expériences de Galippe, en se plaçant dans les mêmes conditions, et avoir obtenu des résultats opposés. Il conclut que les tissus *normaux* des végétaux constituent un filtre parfait pour les microbes (*Annales de l'Institut Pasteur*, octobre 1888).

Les champs de pommes de terre constituent un terrain de culture particulièrement favorable à l'évolution des bactéries. Ainsi que l'ont démontré Koch et ses disciples, bon nombre de microbes pathogènes forment des colonies prospères lorsqu'on les cultive sur pommes de terre.

Ces observations ont soulevé à nouveau la question de savoir si le système du « tout à l'égout » et de l'épuration par l'irrigation pure et simple ne favoriseraient pas la

diffusion des épidémies, notamment de la fièvre typhoïde, dont le microbe peut traverser des couches épaisses de terrain sans perdre ses propriétés redoutables.

Au dernier Congrès d'hygiène et de médecine publique de Francfort, la question du traitement des eaux d'égout et de leur canalisation a été discutée à fond, en tenant compte des résultats obtenus jusqu'ici par les divers essais tentés par les municipalités. M. Koch, directeur du bureau d'hygiène de l'Empire, affirme que l'épuration doit en tout cas précéder l'irrigation, et que la chaux suffit à certaines doses pour débarrasser les eaux des matières infectieuses et les empêcher d'entrer en putréfaction. Il reste à découvrir, dit-il, la proportion exacte de lait de chaux à mélanger aux eaux d'égout.

Nous avons vu comment M. Pasteur a démontré la diffusion des maladies charbonneuses par l'intermédiaire du sol et des vers de terre. Divers insectes, qui vivent dans le sol à l'état larvaire, ou qui, à l'état parfait, recherchent les cadavres, contribuent également à transmettre par inoculation la maladie à l'homme et aux animaux.

Sous nos climats tempérés, ce sont particulièrement les mouches qui tourmentent les chevaux et les bœufs pendant la période des chaleurs, telles que les *taons* et les *asilus*, qui produisent l'affection charbonneuse appelée *pustule maligne*. M. Meguin signale également les *simulies*, espèce de moustiques, qui pénètrent dans les oreilles des bestiaux, et dont les larves pullulent dans les ruisseaux dès le premier printemps ; et la *mouche piquante (Stomoxys calcitrans)*, qui extérieurement ressemble beaucoup à la mouche commune, mais dont la trompe est plus forte.

La pustule maligne, contrairement aux croyances populaires, n'est guère à redouter que dans les régions où sévissent les maladies charbonneuses. Mais les mouches peuvent inoculer dans le sang d'autres microbes capables d'engendrer des accidents, tels que les germes du vibrion

septique et les microcoques de la suppuration, que Pasteur a isolés de l'eau de la Seine.

Il ne faut pas confondre avec la maladie charbonneuse proprement dite le charbon symptomatique, qui se rapproche beaucoup plus de la septicémie que de la fièvre charbonneuse, et qui n'a pas encore été observé chez l'homme. Le charbon symptomatique, qui s'attache surtout aux bœufs et aux moutons, provoque des tumeurs noirâtres qui peuvent atteindre des développements énormes; il est presque toujours mortel. Mais le sang est peu modifié et à l'autopsie les viscères sont peu changés.

M. Chauveau a réussi à produire le vaccin de cette maladie en atténuant le virus par l'action de la chaleur.

On distingue aujourd'hui le microbe du charbon symptomatique, connu sous le nom de *charbon bactérien*, de celui du charbon véritable, appelé *charbon bactéridien*. Les bacilles de ce dernier sont immobiles, tandis que ceux du premier présentent des mouvements très vifs et sont franchement anaérobies, sans développer, comme la bactéridie charbonneuse, de longs filaments qui obstruent les vaisseaux.

La privation d'air tue rapidement les cellules du charbon bactéridien, et favorise au contraire le développement du charbon bactérien.

Si les microbes charbonneux se diffusent surtout par la terre, le sol peut également servir d'intermédiaire à la diffusion du virus de la morve du cheval, qui d'ordinaire se communique à l'homme par contagion directe. Cette maladie, presque toujours mortelle, est produite par un bacille que l'on avait confondu d'abord avec celui de la tuberculose, et qui se trouve abondamment dans le *jetage*, dans le sang et dans le pus, répandus sur les litières par les animaux malades. Le jetage morveux garde sa virulence dans l'eau pendant plusieurs semaines, mais il est rapidement détruit par l'ébullition ou par la dessiccation à l'air libre.

La viande des chevaux morveux, qu'il n'est pas toujours facile de distinguer de la viande saine, doit être écartée de la consommation.

Pour terminer cette revue des microbes les mieux étudiés jusqu'ici au point de vue du rôle qu'ils jouent dans l'économie de la nature, il nous reste à exposer les remarquables et fécondes recherches entreprises par M. Duclaux, disciple de M. Pasteur, au laboratoire de la Sorbonne, sur les microbes qui président à la transformation du lait et du fromage.

Nous avons signalé en passant le rôle que jouent les bactéries dans la formation du koumis et du kefyr, ces boissons alcooliques de saveur aigrelette fabriquées avec du lait de jument, de vache ou de brebis, et qui deviennent mousseuses par la fermentation. Deux microbes, des bactéries et des levures dominent la scène dans la série des phénomènes physiques et chimiques qui produisent ces transformations.

Le lait devient d'abord acide par le fait de la prolifération du ferment lactique de Pasteur. Cependant la caséine ne se précipite pas, car elle est dissoute par un ferment produit par d'autres bactéries contenues dans le kefyr, tandis que le sucre de lait est interverti par un second ferment sécrété par une levure.

Le ferment qui dissout le fromage est une espèce de suc gastrique analogue à celui que sécrètent les glandes digestives des animaux supérieurs et de l'homme; ce ferment a été appelé *caséase*.

Une autre bactérie fabrique également un ferment analogue à la diastase de l'orge germée ou à celui de la présure provenant de l'estomac du veau, qui précipite la caséine dans le lait et la fait passer à l'état solide dans nos fromageries.

Les fromages fabriqués avec du lait écrémé ne contiennent plus guère de matières grasses ; mais les bactéries ne tardent pas à décomposer la caséine quand le fromage

est abandonné à lui-même dans des conditions de milieu favorables à leur évolution et à régénérer la graisse en digérant la caséine au moyen des ferments qu'elles sécrètent.

La pâte devient alcaline par suite de la formation des produits de dédoublement et d'hydratation de la matière albuminoïde; alors les corps gras sont saponifiés et donnent naissance à des acides gras volatils qui communiquent au fromage une odeur caractéristique.

Plusieurs moisissures ou champignons se mettent de la partie : ce sont des *penicillium* et *oidium*, qui s'attaquent à la surface du fromage, jusqu'à ce qu'ils soient supplantés dans la lutte pour l'existence par les bactéries, qui finissent par rester maîtresses de la place. Ces bactéries, suivant M. Duclaux, se divisent en 2 grandes séries : aérobies ou anaérobies, suivant qu'elles vivent à la surface où à l'intérieur du fromage. Les aérobies sécrètent de la présure et de la caséase ; les anaérobies fabriquent des acides gras, en dégageant de l'acide carbonique et de l'hydrogène qui fait gonfler la pâte. Parfois ces bactéries, en se développant à l'excès dans certaines conditions, fabriquent des ptomaïnes, c'est-à-dire de véritables poisons, et produisent les diverses maladies des fromages.

Suivant la température à laquelle le fromage est soumis, l'humidité des caves, les substances qu'on mélange à la pâte (comme le pain moisi dans le Roquefort), on peut favoriser à volonté le développement de certaines espèces de moisissures ou de bactéries, qui ne tardent pas à former une couche glaireuse à la surface.

Cette couche empêche l'accès de l'air et par conséquent l'action des *aérobies* à l'intérieur de la pâte.

En décomposant la caséine en matières grasses et en produits de désassimilation salins ou gazeux, les bactéries transforment en réalité un fromage *maigre* en fromage *gras*. Aujourd'hui que le perfectionnement de la mécanique agricole permet de séparer complètement le beurre de la

caséine contenue dans le lait, l'étude des propriétés des bactéries et leur culture, visant à déterminer leurs fonctions spécifiques, présentent un véritable intérêt économique dont l'importance n'échappera pas aux agronomes.

Comme la bière et le vin, le lait est sujet à plusieurs maladies causées par des microbes, telles que la maladie du *lait bleu*, du lait *visqueux*.

M. Duclaux a cultivé la plupart de ces bacilles au laboratoire de la Sorbonne. Le bacille du lait bleu a été isolé : Fuschs, Mielsen et Hüppe. Ces derniers l'ont cultivé sur plaque de gélatine, sur pommes de terre et dans divers autres milieux ; ils ont décrit toutes ses phases d'évolution et reconnu que la coloration qu'il communique au lait est due à un pigment. Il suffit, pour empêcher son développement, de laver à l'eau bouillante les récipients où l'on conserve le lait. Ce microbe ne se développe que dans certaines espèces de lait : de même que la bactéridie charbonneuse ne s'attaque pas aux moutons barbarins d'Algérie, de même le microbe du lait bleu n'évolue point dans le lait de certaines vaches.

Parvenus au terme de cette revue, trop aride peut-être, des découvertes réalisées jusqu'à ce jour dans le domaine des infiniment petits, cherchons maintenant à nous rendre un compte exact de la portée de ces observations et de ces expériences si délicates et si ardemment discutées.

Une donnée générale de la plus haute importance se dégage tout d'abord des recherches de Pasteur et de ses disciples : c'est la découverte des causes d'une série de maladies presque innombrables, qui déciment l'humanité depuis son origine sans qu'elle ait réussi jusqu'à ce jour à se rendre compte de la nature de ces agents morbigènes.

Contrairement aux idées reçues dans le monde médical, l'école de Pasteur a démontré que la maladie est souvent de cause externe et qu'elle ne se produit pas spontanément dans l'organisme.

« La maladie est en nous, par nous et procède de nous, » disait en pleine tribune académique le célèbre docteur Pidoux.

« Non », répond aujourd'hui le docteur Straus, au nom de M. Pasteur, « c'est du dehors que la maladie nous vient, nous envahit ; tantôt d'une façon soudaine et turbulente, comme dans les fièvres, tantôt sourdement, lentement et pour ainsi dire morceau par morceau, comme dans les affections diathésiques, dans la lèpre, dans la tuberculose.

» La maladie ne naît pas sous l'influence d'une simple modification, d'une déviation de l'état physiologique ; dans la plupart des cas, elle est évoquée en nous par des agents extérieurs ; et ainsi, par un étrange retour, nous sommes ramenés à la vieille définition de la maladie : *morborum causa externa, morbus corporis reactio.* »

M. le docteur Straus (1) constate que dès à présent il faut faire rentrer dans le cadre des maladies parasitaires, non seulement le groupe entier des pyrexies proprement dites, mais encore la plupart des maladies aiguës que l'on considérait autrefois comme des phlegmasies franches, dues aux seules causes banales : les suppurations, les pneumonies, le rhumatisme articulaire aigu.

« La plupart des grandes maladies chroniques qui, naguère encore, formaient le groupe obscur des affections dites diathésiques, rentrent aujourd'hui dans la même catégorie. M. Hansen a trouvé le bacille de la lèpre ; à M. Koch appartient la grande découverte du bacille de la tuberculose ; simultanément MM. Bouchard, Capitan et Charrin, MM. Lœffler et Schütz ont isolé le bacille de la morve. On n'a pas encore réussi à mettre en évidence le microbe de la syphilis ; nous en parlons cependant avec pleine foi en son existence, et M. le professeur Fournier, dans ses écrits et ses leçons, proclame sans cesse que nulle hypothèse n'est plus nécessaire et plus légitime. Le cancer lui-

(1) Leçon d'ouverture du cours de pathologie expérimentale et comparée de la Faculté de médecine de Paris.

même, cette autre maladie diathésique, paraît relever aussi, tout permet de le présumer, d'une cause parasitaire. »

Cette manière de voir est peut-être un peu trop exclusive; car si certaines diathèses, comme la tuberculose, la scrophulose, le cancer, la syphilis, peuvent être ramenées à l'évolution d'un microbe qui a fait effraction dans l'organisme et s'est transmis avec le sang de génération en génération, on ne peut en dire autant d'autres diathèses, comme la goutte, l'arthritisme ou le diabète, qui résultent du surmenage du système nerveux, de l'accumulation et de la rétention, dans le sang ou dans les tissus, des produits de désassimilation agissant comme de véritables poisons ; ou bien encore de la plupart des maladies organiques de l'appareil de la circulation et du système nerveux.

Sous ces réserves, nous n'hésitons pas à souscrire aux vues émises par le savant professeur de Paris, quand il affirme « que l'édifice entier de la médecine est remanié jusque dans ses fondations et que LA BACTÉRIOLOGIE DOIT ÊTRE LA BASE DE L'ENSEIGNEMENT ACTUEL DE LA PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. » Nous ajouterons cependant qu'il est indispensable de compléter cet enseignement par celui de la chimie biologique, qui permet seule au médecin de se rendre un compte exact de la composition du sang et des produits de désassimilation de l'organisme.

Liebig avait raison de dire que les urines sont les cendres du sang, et que l'analyse de ces résidus permet seule de se rendre un compte exact de l'intensité de la combustion vitale et des troubles de la nutrition.

M. le docteur Straus constate que les fièvres traumatiques, les infections purulentes et putrides, la pourriture d'hôpital, ont disparu aujourd'hui des services où opèrent des chirurgiens vraiment dignes de ce nom ; ce sont des maladies éteintes.

« La chirurgie, jadis si meurtrière, est devenue d'une

audace et d'une sécurité presque sans bornes. Le moindre furoncle touché par le bistouri pouvait autrefois entraîner la mort ; aujourd'hui les chirurgiens entreprennent couramment et avec la certitude du succès des opérations qu'ils n'auraient pu proposer autrefois sans être taxés de coupable folie. »

Il y a trente ans, la mortalité des femmes en couches était de 10 pour cent à la Maternité de Paris. En 1884, grâce à l'emploi rigoureux de la méthode antiseptique, M. Tarnier constate que, sur près de 1000 femmes entrées à la Maternité, il n'y a eu qu'un seul décès.

Enfin, la révolution apportée dans l'hygiène par ces découvertes est plus radicale encore ; le lecteur a pu apprécier, dans le cours de ce travail, l'immense portée des révélations de la bactériologie tant au point de vue de l'hygiène publique que de l'hygiène privée.

Nous savons maintenant comment naissent ces maladies qui déciment l'enfance, portent le désespoir dans les familles et pénètrent sous notre toit, soit avec les aliments ou les boissons, comme le lait et l'eau potable, soit avec les personnes qui ont séjourné dans les chambres de malades atteints d'affections contagieuses, soit avec des animaux domestiques que les enfants caressent sans défiance.

Nous savons comment nous pouvons souvent remédier à ces éventualités redoutables par des mesures préventives, telles que l'ébullition ou la filtration des liquides, la coction suffisante des aliments, l'enlèvement des poussières avec un linge mouillé, etc., etc.

Nous savons qu'il est imprudent de changer d'habitation ou de s'installer dans des appartements sans s'enquérir au préalable de la qualité des eaux et de la santé des locataires sortants : une chambre où un poitrinaire a passé les derniers mois de sa vie, remplissant l'air, les tentures et les tapis du redoutable bacille, doit être désinfectée avec le plus grand soin. Il en est de même des appartements

habités par des malades atteints de fièvres éruptives, comme la variole et la scarlatine, ou de maladies diphtéritiques, voire même du cancer et de la pneumonie.

Nous savons qu'il faut détruire autant que possible par le feu les déjections des malades, et traiter les literies par l'eau bouillante ou par la vapeur d'eau surchauffée ; que l'infiltration des égouts ou des fosses d'aisance dans les puits est une cause des plus redoutables de contamination.

Enfin nous avons vu à quel point l'agronomie, l'irrigation et le drainage, l'hippologie, l'élève du bétail, les industries laitière et fromagère, la fabrication des engrais commerciaux relèvent de cette science, qui n'était qu'une lettre morte avant les découvertes de M. Pasteur et des vétérinaires ou des chimistes, qui l'ont si vaillamment secondé dans ses arides recherches.

Le débat mémorable qui surgit à l'Académie de Paris entre un vétérinaire, M. Bouley, et un médecin, M. Peter, a personnifié en quelque sorte la lutte entre les traditions de la science médicale et les idées modernes. Les médecins vétérinaires furent incontestablement les premiers à contrôler directement les expériences d'inoculation de Pasteur sur les animaux, et à prêter au savant chimiste le concours précieux de leurs connaissances professionnelles et de leur indépendance d'esprit.

La science vétérinaire s'est élevée d'emblée, par les belles découvertes de ses représentants, notamment de MM. Bouley, Chauveau, Arloing, Cornevin et Toussaint, à la hauteur de la science médicale. C'est ce que M. le Dr Verneuil se plaisait à constater dans le récent Congrès de la tuberculose, qui s'est tenu à Paris. La barrière élevée au siècle dernier, par un étroit esprit de corps, entre ces deux corporations, qui comptent aujourd'hui dans leur sein des savants de premier ordre, initiés aux méthodes exactes et au maniement des instruments de précision de la physique et de la chimie, peut être considérée comme entièrement détruite.

Nous n'en voulons d'autre preuve que la transformation du régime des écoles vétérinaires dans toute l'Europe, leur annexion aux universités, et l'accès des académies ouvert de toutes parts aux membres du corps enseignant de ces écoles.

Lorsque, il y a une vingtaine d'années, nous eûmes l'honneur de donner à Bruxelles, devant un auditoire choisi, notre première conférence sur les applications de la biologie à l'hygiène et à l'agriculture, nous inspirant particulièrement des idées de Claude Bernard et de Pasteur, il nous souvient que nous rencontrâmes parmi nos auditeurs des médecins qui révoquaient véhémentement en doute la portée des expériences des illustres professeurs du Collège de France et de l'École normale.

Dans le monde médical d'alors, comme dans le monde philosophique, c'était encore la mode de rire ou tout au moins de sourire des prétentions exorbitantes de ces chercheurs de petites bêtes, qui ne rêvaient à rien moins qu'à révolutionner la médecine et l'hygiène, sans avoir passé par les fourches caudines de la docte faculté. Songez donc: un simple chimiste ou un physicien, absolument étranger au Parnasse hippocratique, qui peut-être ne savait pas même le latin, et qui se permettait d'ouvrir aux yeux fascinés du public des horizons sublimes, et d'émettre des vues dont la réalisation devait bouleverser de fond en comble l'édifice si laborieusement échafaudé, pendant des siècles, par les grands-prêtres de l'empirisme.

Les aréopages s'insurgèrent avec un remarquable ensemble contre les prétentions exorbitantes de ces profanes, oubliant que toutes les découvertes modernes de l'hygiène et de la médecine, comme de l'industrie et de l'agriculture, procèdent en droite ligne de ces sciences du règne inorganique, trop longtemps dédaignées ou négligées dans les écoles de médecine.

Qu'était, en effet, la physiologie, c'est-à-dire la science de la vie, avant les découvertes des Galilée, des Torri-

celli, des Lavoisier ? Une série de suppositions plus ou moins fantaisistes, plus ou moins invraisemblables, et reposant beaucoup moins sur une observation minutieuse des faits que sur les déductions de doctrines philosophiques *à priori.*

Il n'y a pas si longtemps qu'on résolvait, dans les écoles philosophiques, des problèmes de biologie par les distinctions classiques des *substances* et des *accidents*, des *qualités réelles* et des *formes substantielles ;* qu'on affirmait, par exemple, qu'une boisson ne peut guérir la fièvre, parce qu'un liquide est une substance et la fièvre un accident ; ou bien encore que la fertilité du sol s'épuise parce qu'il a perdu sa force végétative, principe analogue à la fameuse force curative des médicaments *(vis medicatrix)* (1).

Il faut lire ces élucubrations mystico-scientifiques des écoles médicales de la Renaissance, pour se faire une juste idée de l'aberration de l'esprit humain aux prises avec la nature sans être armé du talisman de la méthode expérimentale.

N'oublions pas les tracasseries que les initiateurs de cette méthode, comme Descartes, Galilée, Harvey, Vésale, subirent de la part des sages de leur temps. Une ode de Boileau a immortalisé le souvenir de ce fameux arrêt du Parlement de Paris, édictant la peine de mort contre quiconque oserait enseigner des doctrines contraires à celle d'Aristote.

Descartes était coupable d'avoir enseigné la véritable théorie de la circulation du sang, récemment découverte par Harvey, et d'avoir culbuté, par sa physique, l'échafaudage des métaphysiciens qui personnifiaient sous des noms barbares les forces incomprises de la nature. En réduisant les *formes substantielles* à des propriétés de la matière, *figures, situations, grandeurs et mouvements,* l'illustre géomètre dissipa d'un seul coup tous ces fan-

(1) César Cantu : *Histoire universelle,* t. V, onzième époque.

tômes de l'imagination des anciens et créa la physique moderne.

Il formula l'idée mère de la *thermodynamique*, la transformation des forces physiques considérées comme de simples propriétés de la matière, qui a jeté de si vives lumières sur la physique, la mécanique, la chimie et la physiologie modernes. Il fut avec Newton le révélateur des principes de l'optique, dont les applications engendrèrent des découvertes merveilleuses, telles que le microscope et le spectroscope. Ces découvertes devaient permettre aux médecins du XIXe siècle de rendre la vue à des aveugles-nés par des opérations d'une délicatesse admirable, reposant sur la science approfondie et raisonnée de la structure et du jeu de cet organe que l'on a appelé le miroir de l'âme, l'œil humain.

Les seules découvertes du thermomètre et du baromètre, des lois de la pression atmosphérique et du calorique, dans l'école de Galilée et de Newton, devaient apporter en médecine et en hygiène une révolution aussi considérable que celle de la découverte de l'oxygène et de la composition de l'air, dans l'école de Lavoisier.

L'idée que la vie matérielle n'est qu'une combustion lente des aliments dissous dans le sang par des ferments, qui engendre la chaleur et le mouvement, comme le charbon dans la machine à vapeur, fit sourire les médecins du temps de Lavoisier, absolument comme, il y a quarante ans, les idées de Raspail et de M. Pasteur sur le rôle des infiniment petits dans la nature.

N'était-ce pas un simple chimiste, après tout, que ce Lavoisier, ancien fermier-général du roi Louis XVI, qui passait dans ses fermes tous les loisirs que lui laissait son enseignement ?

Le *principe vital*, ce grand mot vide de sens, dispensait les philosophes de son temps de toute recherche et donnait soi-disant la clef de tous les phénomènes biologiques, comme la *force végétative* et la *force curative* servaient à

expliquer les propriétés du sol arable et des médicaments.

Lorsque les rhéteurs sanguinaires et les politiciens ignares de la Convention condamnèrent Lavoisier à mourir sur l'échafaud, en déclarant « que la République n'avait pas besoin de savants », il ne se trouva dans toute l'Académie de Paris qu'un huissier pour le cacher et un médecin pour le défendre. L'illustre chimiste, confiant dans le prestige de son génie et la noblesse de sa cause, dédaigna de plaider son procès; il mourut victime de son désintéressement, de l'indifférence de ses collègues, de l'ignorance et du fanatisme des politiciens.

Il n'y a pas si longtemps qu'un autre chimiste, non moins illustre, fut traité avec le même dédain, sinon avec la même brutalité, par des conseillers municipaux de la ville de Paris qui se targuaient également de républicanisme. Cet homme s'appelait M. Pasteur; il avait rendu à son pays et à l'humanité, de l'aveu même de l'étranger, plus de services que les plus illustres conquérants de la France.

« *Les vraies conquêtes, les seules qui ne laissent après elles aucun regret, sont celles que l'on fait sur l'ignorance.* » Qui le croirait? cette belle pensée, si bien applicable aux conquêtes de M. Pasteur, est de Napoléon.

Napoléon a couvert l'Europe de sang et de ruines. Ses conquêtes ont entraîné la mort de plusieurs millions d'hommes;... M. Pasteur, au contraire, a conquis sur la mort un nombre incalculable de vies humaines.

La théorie des germes peut se résumer en deux mots : L'air, la terre et l'eau sont remplis de semences de végétaux et d'animaux inférieurs, dont beaucoup d'espèces sont parasites de l'homme et des animaux supérieurs, et produisent en pénétrant dans les organes la plupart des maladies.

L'hygiène préventive et curative doit reposer désormais sur l'histoire naturelle de ces infiniment petits, sur la science des moyens de les éviter, de les détruire ou d'en atténuer les ravages.

Les microbes proprement dits ne sont en somme que des moisissures d'un genre particulier qui végètent de préférence dans les tissus d'organes divers affaiblis par des vices de nutrition.

Tout excès met l'individu en état d'imminence morbide, c'est-à-dire ouvre la porte à ces agents de mort invisibles qui l'entourent et dont le rôle consiste essentiellement, dans l'économie de la nature, à ramener la matière organisée au règne minéral, à transformer les matériaux de la cellule en gaz ou en cristaux.

En d'autres termes, le microbe rompt l'équilibre instable de la vie et régénère des édifices atomiques en équilibre stable, aux affinités satisfaites.

ALPH. PROOST.

BIBLIOGRAPHIE

I

Haton de la Goupillière, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, directeur de l'École supérieure des mines. — Cours de machines, tome premier, second fascicule, *Thermodynamique.* — Paris, Dunod, 1889, in-8°.

La thermodynamique, dont on retrouve aujourd'hui les affinités dans presque toutes les branches de la physique, s'est aussi fait une large place dans la technologie, où elle a pour ainsi dire ses origines avec Carnot et Clapeyron.

On comprend d'ailleurs que la science de l'énergie doive à chaque instant intervenir dans ce domaine, où l'industrie demande à l'énergie sous toutes ses formes, force vive, tension ou chaleur, d'alléger le fardeau du travail qui pèse depuis l'origine sur la grande partie de l'humanité. Aussi la thermodynamique a-t-elle vraiment transformé la théorie et l'agencement des moteurs à vapeur ou à gaz, et, avec l'ouvrage dont nous allons parler, elle nous semble se frayer un chemin vers d'autres applications industrielles.

La *Thermodynamique* de M. Haton de la Goupillière n'est donc pas, comme les traités de Clausius, de Briot, de M. Bertrand, un livre de pure théorie, destiné à exposer pour les savants, à élucider, à critiquer les principes de la théorie de la chaleur et leur application aux phénomènes généraux de la chimie et de la physique. Elle se place mieux à côté de la *Technische Thermo-*

dynamik de M. Zeuner, dont nous rendions compte ici, il y a un an. Elle forme, en effet, la troisième partie du tome I du *Cours de machines* de l'éminent directeur de l'École des mines de Paris, et son plan est celui-ci : Présenter, avec toute la précision et l'étendue que comporte l'état actuel de la science, les principes essentiels de la thermodynamique, leur emploi dans la théorie des gaz et des vapeurs; — appliquer ces principes à l'étude rationnelle, sous le rapport du fonctionnement, du rendement économique, des avantages industriels, de la meilleure disposition à adopter, etc., des différents types de machines qui utilisent l'une ou l'autre forme de l'énergie pour la production du travail. en décrivant sommairement les réalisations les plus récentes et les mieux réussies de ces divers types.

A ce point de vue, l'ouvrage de M. Haton représente en France un sérieux progrès, car si de nombreux travaux y ont fait ressortir la fécondité des principes de Mayer et de Carnot dans l'étude des machines à vapeur et des machines à gaz, il ne nous semble pas que jusqu'ici personne y ait traité, dans un livre classique, avec cette compétence, cette étendue et en serrant d'aussi près les questions techniques, l'application de ces principes aux moteurs de l'industrie.

Mais ce n'est pas par la nouveauté seule que se recommande le livre du savant ingénieur; il faut y louer sans réserve les qualités bien connues des lecteurs de ses nombreux écrits : — une vue bien claire de l'ensemble des questions à traiter et de l'ordre dans lequel elles seront le plus facilement accessibles à l'esprit ; – une connaissance profonde de chaque problème particulier avec ses données, ses conditions, ses difficultés, ses desiderata, aussi bien au point de vue de la pure théorie que des moindres détails économiques ou techniques; — une clarté d'exposition que l'on retrouve dans les calculs comme dans les énoncés, et qui rend fort agréable la lecture de l'ouvrage; — une érudition extrême, qui a rassemblé dans des notes nombreuses et étendues l'indication à peu près complète de tous les traités, mémoires, articles de revue même, où le lecteur pourra compléter les notions qu'il vient d'acquérir; — une alliance toujours bien pondérée de la théorie la plus nette et la plus sûre, avec des considérations pratiques puisées dans la contemplation assidue des méthodes de l'industrie. Le style ne mérite pas moins d'éloges. Il n'est pas seulement lucide comme la pensée; il possède une vie, une vigueur d'expression bien éloignées de la monotonie et de la lourdeur dans laquelle, hélas! tombent trop souvent les écrivains qui s'adressent aux ingénieurs.

Avant d'analyser par le menu l'excellent ouvrage dont nous parlons, marquons-en les lignes principales. L'auteur a, autant que possible, juxtaposé les applications techniques aux développements théoriques, et, dans ceux-ci, procédé du simple au complexe. C'est pourquoi il traite d'abord la thermodynamique des gaz parfaits, dans lesquels l'absence de travail interne supprime un des côtés obscurs de la question, et permet, avec la connaissance de la relation typique entre le volume, la température et la pression, d'établir directement les lois qui, autrement, supposent le principe de Carnot. Ce n'est donc qu'après avoir montré dans les machines soufflantes, les compresseurs, les moteurs éoliens, les machines à air chaud, les conséquences expérimentales de ces lois théoriques qu'il revient à la science pure, par les deux principes de Mayer et de Carnot-Clausius, en déduit les autres formules de la théorie mécanique de la chaleur, celles surtout qui concernent les vapeurs saturées, puis commence l'examen des producteurs de travail basés sur l'emploi des vapeurs, des machines frigorifiques, etc., laissant pour le prochain volume l'étude approfondie des machines à vapeur proprement dites. Il est regrettable, à la vérité, que l'application détaillée de la thermodynamique aux principaux types des machines à vapeur ne soit pas immédiatement accolée à la théorie, mais cette coupure a été commandée, évidemment, par l'importance de cette classe de moteurs et l'étendue des développements qu'elle réclame.

M. Haton de la Goupillière écarte de son exposition, sans les refuser en principe, les vues théoriques sur la nature de la chaleur qui font rentrer les lois de la thermodynamique dans celles de la mécanique générale. Il s'en tient aux faits établis sur l'expérience, constate que l'énergie se transforme en force vive, en travail, en chaleur, et que la loi de cette dernière transformation est contenue dans le principe de l'équivalence, qu'il énonce et dont il tire la première équation de la thermodynamique. Nous reviendrons sur ce point. Des réflexions importantes sur l'évaluation du travail externe, sur ce qu'il appelle le travail *incomplet*, achèvent cet énoncé. En concluant (p. 393) que l'énergie interne U est une fonction de l'état du corps, l'auteur franchit un peu, à notre avis, les limites de ce que nous apprend l'expérience seule.

Les propriétés des gaz parfaits, la loi qui les résume, la notion du zéro absolu, la constance du rapport des chaleurs spécifiques, la détermination de l'équivalent mécanique par les propriétés

des gaz (méthode de Mayer), le calcul du travail de détente des gaz dans chacune des transformations isotherme, adiabatique, etc.; la loi de Laplace qui régit cette dernière détente, l'étude de l'expérience célèbre de Joule qui montre l'absence de travail intérieur dans les gaz, le théorème de Reech et l'examen d'un cas de travail incomplet, forment la matière des deux premiers chapitres (XIII et XIV). L'énumération, si riche (p. 404), des travaux sur la détermination de l'équivalent E est encore incomplète : notons, par exemple, le mémoire de Joule de 1878 et celui de M. Puluj dont la belle expérience peut se faire dans les cours.

Les chapitres suivants sont consacrés à l'étude de l'écoulement des gaz par un orifice ou dans un tuyau, au point de vue de la vitesse réalisée, du débit, des températures développées et du travail produit. M. Haton ne se contente pas d'exposer avec beaucoup de soin et de rigueur les principes de cette théorie importante, en notant bien ce qu'il néglige et pourquoi il le néglige (pp. 430-442), suivant que la densité, ou la température, ou l'entropie du gaz est supposée constante; il donne des applications numériques précises et détaillées. De plus, après avoir traité élégamment le problème du débit maximum, il aborde les problèmes beaucoup plus compliqués de l'écoulement varié, auquel ses propres travaux ont fait faire un pas notable (1), du remplissage et de la vidange des récipients, questions qui se rencontrent dans la propulsion des tramways. Il donne aussi un aperçu des recherches d'Hugoniot sur les variations de pression dans la veine. Puis viennent les formules générales du mouvement de l'air dans les tuyaux, principalement dans le cas d'une faible chute de pression, où le frottement reprend une influence sensible; il considère diverses applications intéressantes aux tuyauteries à air comprimé (vues remarquables sur la supériorité de l'air relativement à l'eau comme transmetteur du travail à distance), au service de la *poste pneumatique* de Paris et au tirage des cheminées, où se rencontrent quelques questions importantes dans la pratique.

Abordant alors la théorie des machines à gaz, M. Haton les classe judicieusement en deux groupes : machines qui empruntent de l'énergie à l'air (ou à un gaz quelconque) pour produire du travail; machines qui, inversement, empruntent de l'énergie à une source donnée pour la communiquer aux gaz. Les premières

(1) *Comptes rendus*, octobre et novembre 1886.

comprennent les *moteurs éoliens*, qui recueillent la force vive des courants aériens ; les moteurs *à air comprimé,* actionnés par l'énergie de l'air en tension ; les *moteurs à air chaud,* qui utilisent l'énergie sous la forme du calorique.

Les secondes se subdivisent davantage, suivant qu'il s'agit d'augmenter ou de diminuer l'énergie présente dans le gaz. On augmente la force vive de l'air dans les *machines soufflantes,* sa tension dans les *compresseurs ;* on diminue la première dans les appareils à amortissement (doubles fenêtres, chicanes, etc.), la deuxième dans les *machines pneumatiques,* l'énergie calorifique dans les *machines à créer le froid.*

Sur les machines soufflantes à piston (les ventilateurs à force centrifuge ayant été traités dans le Cours d'exploitation), l'auteur s'étend longuement, décrivant les divers types et développant le calcul, pour les machines à air froid et à air chaud, du travail à développer pour lancer le gaz avec une vitesse donnée. Dans l'étude des compresseurs, M. Haton s'étend surtout sur les moyens à employer pour éviter l'échauffement énorme qui résulterait d'une pression trop brusque ; par exemple, une masse d'air portée instantanément de 1 à 12 atmosphères prend la température de la fusion du plomb (335°). Le fractionnement de l'opération comporte un minimum de température qui s'accorde avec un minimum de travail dépensé, ce qui donne lieu à une analyse fort intéressante. Dessins nombreux des appareils de Thwaiter, de Sautter et Lemonnier, de Dubois François, etc.

La théorie des moteurs à air comprimé se rattache d'elle-même à celle des compresseurs, et la thermodynamique fournit, par un simple rapport de températures, le travail développé dans l'ensemble du compresseur et du moteur à air. Suivant que la marche a lieu à pleine pression, à détente complète ou à détente incomplète, le calcul du rendement diffère, mais M. Haton de la Goupillière observe que, contrairement à ce que l'on pourrait supposer, la détente complète n'a pas grand avantage économique. Tout théoricien qu'est l'auteur, le sens pratique se révèle à chaque pas dans son appréciation des avantages ou des inconvénients des divers moteurs.

Le chapitre consacré aux moulins à vent et aux *pantanémones* débute par des notions succinctes sur l'action du vent et sur la disposition des appareils qui lui empruntent sa force vive ; puis vient un grand nombre de figures, très bien faites, des types modernes de Sanderson, de Smith, de Dumont, d'Halladay, de Bollée, et du curieux moulin à vent d'Amédée Durand, qui pour-

voit de lui-même à toutes les nécessités, jusqu'à celle du graissage. La théorie est restreinte aux moulins vulgaires; on détermine la forme du conoïde des lattes qui réalise le maximum de travail pour une valeur convenable de la rotation des ailes. Ce calcul est conduit avec beaucoup de soin et de clarté suivant le type fourni par Coriolis; il nous semble, toutefois, que le principe même sur lequel il est basé a quelque chose de contestable, mais ce n'est pas ici le lieu d'attaquer ce problème.

Jusqu'ici, l'auteur n'a point fait usage du mode de représentation des transformations dû à Clapeyron. Il explique cette précieuse méthode, les cycles, l'expression du travail par l'aire du cycle; il donne même une place à l'élégant théorème de M. Maurice Lévy, naturellement restreint, venant ici, aux gaz parfaits. C'est un inconvénient, car il résulte, pour un corps quelconque, d'une manière presque intuitive, de la représentation par l'aire du cycle du travail produit, lequel, s'exprimant par la quantité de chaleur transformée, conduit immédiatement par le 2e théorème de Clausius à la valeur de l'aire par le produit des accroissements des paramètres isotherme et adiabatique. La démonstration a dix lignes.

L'étude des moteurs à air chaud, dont la bibliographie est largement développée, débute par l'exposé du théorème de Carnot et du coefficient économique maximum. Mais, comme l'observe justement notre auteur, ce coefficient ne donne pas la valeur du rendement effectif d'une machine; il doit être multiplié par trois autres, tous moindres que l'unité : l'un qui caractérise l'infériorité du cycle réel sur celui de Carnot ; le deuxième dépend de l'imperfection du foyer ; le troisième des résistances passives. C'est ainsi que le rendement des moteurs à air chaud tombe à 10 p. c.

La comparaison avec les moteurs hydrauliques est écrasante pour les premiers, mais M. Haton développe, sur ce point, des idées très ingénieuses : il fait remarquer que, pour être juste, on devrait tenir compte de l'énorme portion de la chute du cours d'eau, depuis sa source jusqu'à la mer, que nous n'utilisons pas. Cependant, ajoute-t-il, « l'évaporation à la surface de l'Océan constitue un phénomène actuel qui se déroule sous nos yeux, et qui durera plus longtemps que l'humanité elle-même, dont il est la sauvegarde. Nous aurons donc perpétuellement des cours d'eau à la surface de la terre. De plus, leur énergie se trouve constituée dans un état essentiellement fugitif, et si ce liquide ne coulait pas sur nos appareils, il n'en devrait pas moins retourner forcément à son point de départ, c'est-à-dire à la mer. La por-

tion de cette puissance que nous pouvons saisir au passage est, si l'on peut s'exprimer ainsi, " *autant de sauvé.* „ Sans cela elle s'userait, comme le reste, en frottement du liquide sur lui-même et sur les parois de son lit. Il n'en est pas de même du stock houiller qui, bien que d'une importance gigantesque, est absolument déterminé dans sa quantité et ne se renouvellera pas, l'ensemble des conditions géologiques qui lui ont donné naissance ne devant plus se reproduire dans l'évolution que traverse le globe terrestre. Le combustible que l'on consomme en vain constitue donc un véritable *gaspillage ;* expression qui ne saurait convenir... aux pertes opérées dans le régime hydraulique. „

La théorie des machines à air chaud, simples ou avec régénérateur de chaleur, dans les différentes phases de leur fonctionnement, précède la description des moteurs les plus connus (Ericsson, Franchot, Ryder, Laubereau, Belou, Hock, Bénier) et de riches renseignements bibliographiques donnent le moyen de compléter cette étude, à laquelle M. Haton nous paraît attacher, avec raison, une importance restreinte. Il n'en est pas de même des moteurs à gaz détonant, dont la théorie est forcément très sommaire aujourd'hui, vu l'obscurité des réactions qui s'opèrent dans le cylindre, mais dont l'importance pratique va croissant. Aussi l'auteur consacre-t-il à l'étude des machines avec ou sans compression, de Otto, de Lenoir, de Dugald-Clerk, un long chapitre fort intéressant.

C'est seulement ici que nous entrons dans la thermodynamique générale, avec quelques réflexions bien pesées sur les conditions de réversibilité des cycles, les théorèmes généraux de Mayer et de Carnot, empruntés à l'expérience, méthode conforme au but que poursuit l'auteur, et les diverses conséquences, formules, relations que Clausius et M. W. Thomson en ont déduites. Un chapitre est même consacré aux fonctions caractéristiques de M. Massieu et à diverses relations théoriques qui, si elles n'ont pas une importance majeure dans les questions techniques, servent du moins à faire mieux saisir la variété des applications de la science.

La question des vapeurs saturées est traitée à fond (1), avec d'amples renseignements bibliographiques et une foule de tableaux numériques indispensables pour l'application. Dans le

(1) Peut-on bien dire, en restant d'accord avec la signification antérieure du mot, que la relation entre la tension et la température de la vapeur saturée est l'équation typique de ce corps?

chapitre suivant, *Mélange de liquide et de vapeur saturée,* l'un des plus importants de l'ouvrage, M. Haton, après avoir établi les lois connues, s'arrête sur la détente adiabatique d'une vapeur saturée, et explique avec plus de clarté qu'on ne le fait d'ordinaire les faits remarquables annoncés par Clausius, tout en observant qu'on n'en doit pas exagérer la valeur dans l'application aux machines à vapeur. Il étudie ensuite l'écoulement adiabatique de la vapeur saturée, le fonctionnement théorique de la machine à vapeur à détente; puis, dans le chapitre suivant, après une comparaison très instructive des moteurs à air chaud et des moteurs à vapeur, diverses machines thermiques telles que les moteurs à acide carbonique, à ammoniaque, etc., et, spécialement, l'ingénieux appareil à chaleur solaire de MM. Mouchot et Piffre, qu'il ne considère nullement comme dénué d'avenir dans son principe.

Un chapitre sur les *Machines frigorifiques* termine ce volume; ce n'est pas le moins intéressant. Voilà le premier ouvrage français, pensons-nous, où les principes de la thermodynamique aient été appliqués à cette question importante. Car si le problème similaire, dépenser du travail pour produire de la chaleur, est une combinaison irrationnelle dont Tresca a pu dire avec esprit " qu'il serait plus efficace, pour obtenir le calorique voulu, de brûler l'huile nécessaire au graissage de la machine ", il est des cas où la production du froid a une telle utilité qu'elle autorise le sacrifice d'une certaine quantité de travail. Le principe de ces machines consiste, d'habitude, dans la compression préalable d'un fluide élastique (gaz ou vapeur), auquel on enlève ensuite au moyen d'un courant d'eau froide la chaleur dégagée par la compression, puis qu'on laisse se détendre *avec production de travail* et abaissement notable de la température. On voit d'ici le rôle de la thermodynamique dans cette série de transformations. M. Haton décrit les machines frigorifiques à air de Giffard, de Lightfoot et de Bell, les machines de Pictet, de Fixary, de La Vergne à acide sulfureux ou à gaz ammoniac, en déterminant leurs rendements d'après la théorie; enfin, celle de Carré où l'affinité du gaz ammoniac pour l'eau est substituée à des moyens mécaniques coûteux.

Nous ne pouvons, limité par l'espace, donner une idée plus complète de l'excellent traité de M. Haton de la Goupillière; il nous suffit de constater qu'il comble une lacune importante et sera bientôt dans les mains de tous les ingénieurs.

PH. G.

II

Calcul des probabilités, par J. Bertrand, de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. 1 vol. in-8° de LVII—332 pages; Paris, Gauthier-Villars et fils, 1889.

Nous entendions un jour poser cette question : " Est-il possible de mettre de l'esprit dans l'exposition d'un sujet scientifique et abstrait? „ Si le *Calcul des probabilités* de M. Bertrand eût été publié à cette époque, nous n'eussions point manqué d'y renvoyer l'auteur de cette interrogation. Sa curiosité eût été, à la lecture de ce volume, pleinement satisfaite. C'est qu'en effet — quelque bizarre que puisse paraître une telle appréciation portée sur un ouvrage de science — le livre de M. Bertrand pétille, d'un bout à l'autre, de l'esprit le plus fin et le plus brillant. Par là, il charme et il captive pour le moins autant qu'il instruit, et ce n'est pas peu dire. C'est l'œuvre d'un lettré en même temps que d'un savant; le régal est complet pour les délicats. Et certes, si l'Académie des sciences peut retirer une large part de gloire de la publication du livre de M. Bertrand, l'Académie française peut, à bon droit aussi, en réclamer la sienne.

Ce n'est pas ici le lieu de juger M. Bertrand comme écrivain; il y faudrait d'ailleurs une plume plus experte que la nôtre; nous nous permettrons pourtant l'observation que voici sur la manière d'écrire de l'illustre savant : le style de M. Bertrand, un style nerveux et précis, imagé et élégant, lui appartient bien en propre; il ne le tient de personne; il a si bien su y imprimer sa griffe personnelle que, pour quiconque a l'habitude de le lire, quatre lignes de lui suffisent à le faire reconnaître. Au dire d'un maître qui s'y connaît en l'art d'écrire, de M. Alexandre Dumas, c'est là le *criterium* le plus sûr du véritable tempérament littéraire.

Le livre de M. Bertrand s'ouvre par une brillante introduction qui est comme le résumé de la philosophie du sujet, et qui a pour titre : *Les lois du hasard.* Ces deux termes sont en si flagrante opposition que leur réunion semble tout d'abord former un non-sens. M. Bertrand a prévu l'observation. Voici comme il débute : " Comment oser parler des lois du hasard? Le hasard n'est-il pas l'antithèse de toute loi? En repoussant cette définition, je n'en proposerai aucune autre. Sur un sujet vaguement défini on peut raisonner sans équivoque. Faut-il dis-

traire le chimiste de ses fourneaux pour le presser sur l'essence de la matière? Commence-t-on l'étude du transport de la force par définir l'électricité ? „

Nous ne suivrons point M. Bertrand dans le détail de son introduction par la raison qu'en rendant compte ensuite du corps principal de l'ouvrage, nous serions exposé à de nombreuses redites. Les questions qu'aborde l'auteur, dans cette introduction, ne diffèrent point, en effet, de celles qui se trouvent développées plus loin; elles sont seulement traitées à un point de vue différent, plus philosophique, sans aucun secours de l'algèbre. Cela ne nous empêchera pas d'ailleurs de rapprocher, à l'occasion, sur tel ou tel point particulier, les réflexions préliminaires contenues dans l'introduction, de l'exposé théorique appartenant au corps de l'ouvrage.

Tout d'abord, M. Bertrand s'attache à montrer de quelle façon doit s'effectuer l'énumération des chances. C'est là, comme l'a remarqué Laplace, que gît la plus grosse difficulté. Il faut, pour résoudre le problème à coup sûr, dans tous les cas, être doué d'une sagacité particulière qui ne s'acquiert que par des exercices répétés. Aussi M. Bertrand n'a-t-il pas craint de multiplier les exemples. Il les a très heureusement choisis, faisant, pour ainsi dire, entrer le lecteur de plain-pied dans le vif du sujet, captivant son intérêt dès le seuil pour ne plus le laisser lui échapper. La supputation des chances est une opération délicate; il y faut une attention méticuleuse; les écueils qu'on y rencontre sont nombreux; M. Bertrand les signale avec soin. Une condition essentielle est que tous les cas possibles soient également vraisemblables. Il est également nécessaire que la question ne laisse prise à aucun aléa; on s'expose, sans cela, à obtenir des réponses absolument illusoires. L'auteur en cite un exemple frappant : Quelle est la probabilité pour qu'une corde tracée *au hasard* dans un cercle soit plus petite que le côté du triangle équilatéral inscrit?

On peut dire : choisir une corde au hasard, c'est se donner une de ses extrémités et livrer sa direction au hasard; ou bien, se donner sa direction, et la faire passer par un point pris au hasard sur le diamètre perpendiculaire; ou encore, prendre au hasard son point milieu.

A ces trois manières d'interpréter l'énoncé correspondent les probabilités $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{4}$.

Il est impossible de mettre mieux en évidence la nécessité d'un énoncé précis. En thèse générale, l'infini n'étant pas un

nombre, ne doit pas, sans explication, être introduit dans les raisonnements.

Parmi les problèmes qui se résolvent sans ambiguïté, nous citerons le suivant, fort curieux, dont M. Bertrand a eu l'idée première et dont il donne une ingénieuse démonstration due à M. André :

Deux candidats soumis à un scrutin ont obtenu l'un m *bulletins, l'autre* n *moindre que* m. *Quelle est la probabilité pour que pendant toute la durée du dépouillement du scrutin celui qui a* m *bulletins ait l'avantage sur son concurrent?* Cette probabilité est égale au quotient de $m - n$ par $m + n$.

Si le calcul des probabilités se bornait à la seule énumération des chances, ce ne serait point une science. « Une science, dit M. Bertrand, doit enchaîner les cas simples aux cas composés et reposer sur des principes. » Et il énonce immédiatement le *principe des probabilités totales* et celui des *probabilités composées* dont l'usage est constant pour la supputation des chances. Le premier consiste à partager les cas favorables en plusieurs groupes pour faire ensuite la somme des probabilités obtenues, le second, à décomposer un événement complexe en événements simples, du concours desquels il résulte, et à faire le produit des probabilités correspondantes.

Ainsi, dans la démonstration citée plus haut, M. André dénombre séparément les cas favorables pour lesquels le premier bulletin tiré est au nom de l'un ou de l'autre candidat; c'est une application du premier principe. En voici une du second:

Il y a plusieurs candidats M, N, P, Q,.... en présence. Ils obtiennent respectivement m, n, p, q,.... *suffrages, les nombres* m, n, p, q,.... *étant supposés rangés dans l'ordre décroissant. Quelle est la probabilité pour qu'à chaque moment du dépouillement du scrutin les candidats soient dans la même situation relative qu'à la fin de ce dépouillement?* Décomposons l'événement qui doit se produire : M doit toujours avoir l'avantage sur N, probabilité $\frac{m-n}{m+n}$; N sur P, probabilité $\frac{n-p}{n+p}$; P sur Q, probabilité $\frac{p-q}{p+q}$;..... La probabilité cherchée est donc égale à

$$\frac{m-n}{m+n} \times \frac{n-p}{n+p} \times \frac{p-q}{p+q} \times \ldots\ldots$$

Cet exemple ne figure pas dans le livre de M. Bertrand. Ceux qu'il contient sont beaucoup plus importants et délicats. L'au-

teur insiste, et on ne saurait trop le faire, sur les précautions à prendre dans l'application de ces principes. Il faut, en particulier, s'assurer que les diverses probabilités que l'on compose ne s'excluent point, ou, du moins, n'influent pas l'une sur l'autre. C'est ainsi, comme le fait voir M. Bertrand, que la solution classique du problème de la probabilité du tir à la cible est entachée d'erreur, parce qu'elle suppose que les probabilités de l'écart tant en hauteur qu'en largeur sont indépendantes, ce qui est inexact. Il en est de même du raisonnement sur lequel Maxwell a voulu fonder sa théorie des gaz.

Les problèmes où M. Bertrand, avec une remarquable dextérité, fait des applications correctes des principes, sont empruntés à divers jeux (la bouillote, le trente et quarante, le baccarat) et présentent ainsi un intérêt intrinsèque fait pour captiver la grande majorité des lecteurs.

La probabilité n'est pas toujours, dans les questions où intervient le hasard, ce qu'il y a de plus intéressant à connaître. Elle ne définit point l'*avantage* que le joueur espère retirer de la partie à laquelle il se livre. On peut aimer mieux prendre part à un jeu où la probabilité de gagner est moindre qu'à un autre, mais où le gain à retirer, si on est favorisé par le sort, est supérieur. De là est née une notion nouvelle, l'*espérance mathématique*, qu'on définit : le produit de la somme qu'on recevra, en cas de gain, par la probabilité qu'on a de l'obtenir.

M. Bertrand met le lecteur en garde contre la confusion (où Poisson est tombé par exagération) entre l'espérance mathématique et la certitude d'une somme équivalente. La probabilité $\frac{1}{3}$ de gagner 60 000 francs n'équivaut pas à la possession de 20 000 francs. Ne taxerait-on pas de fou celui qui consentirait à échanger celle-ci pour celle-là?

La notion de l'espérance mathématique n'en est pas moins fort importante, parce qu'elle permet la mesure de l'*équité* dans les jeux de hasard. Il est, d'ailleurs, bien digne de remarque que sa recherche peut se faire directement sans passer par la détermination de la probabilité. M. Bertrand en donne plusieurs exemples, montrant même qu'il est parfois plus simple de passer par l'espérance mathématique pour obtenir la probabilité.

L'espérance mathématique sert encore à définir la valeur probable d'une grandeur inconnue.

L'auteur termine le chapitre relatif à l'espérance mathématique par une remarquable dissertation sur le célèbre problème de Saint-Pétersbourg, célèbre par les controverses dont il a été

l'objet; M. Bertrand fait nettement ressortir l'inanité de celles-ci. La solution que le calcul fournit pour ce problème n'a d'un paradoxe que l'apparence. Bon gré mal gré, il faut l'accepter telle qu'elle est. Les ingénieuses réfutations qui en ont été imaginées, par Buffon notamment, n'y peuvent rien, et la théorie de l'espérance morale créée par Daniel Bernoulli pour tourner la difficulté n'avait pas lieu de naître.

De ce qu'il serait absurde de courir certaines chances, il ne résulte pas que la solution par laquelle l'arithmétique fait connaître l'énumération de ces chances soit elle-même absurde.

Il ne faut pas demander aux formules autre chose que ce qu'elles peuvent donner.

" On joue, dit M. Bertrand, c'est l'hypothèse. A-t-on tort ou raison? La question n'est pas posée.

„ On cherche les conditions équitables du jeu sans se demander si elles sont raisonnables, ni établir aucune relation entre cette question, que l'on ne veut pas aborder, et le problème à résoudre. „

L'importance aujourd'hui incontestée — bien que des esprits éminents, d'Alembert entre autres, se soient refusés à la reconnaître — du calcul des probabilités date véritablement du théorème de Jacques Bernoulli, qui, traduit en langage vulgaire, peut s'énoncer ainsi : *Sur un nombre immense d'épreuves, le nombre de fois qu'apparaît un événement ne diffère pas de celui qui est donné par la probabilité de cet événement.*

La certitude de cette loi est telle que le seul fait qu'elle ne se vérifie point suffit à déceler une cause perturbatrice du hasard.

Réduite à sa plus simple expression, elle peut être regardée comme une indication du simple bon sens. A ce propos, M. Bertrand dit spirituellement, dans l'introduction : " Quand un dé lui montrait trop souvent la même face, Panurge, qui s'y connaissait pour y voir biffe et piperie, n'invoquait rien que l'évidence. „

C'est que " le hasard corrige le hasard „, et que " une vague expérience révèle la justesse de cette maxime à ceux mêmes qui en ignorent la rigueur. „ C'est à dessein que M. Bertrand emploie le mot *rigueur;* la certitude du théorème de Bernoulli est, en effet, à ses yeux, comparable à celle qu'a une personne sortie sans abri par un violent orage, d'être mouillée des pieds à la tête. On est bien sûr, en pareil cas, de ne pas garder, suivant la locution populaire, *un fil de sec;* et voilà justement le degré de certitude du théorème de Bernoulli.

La " vague expérience „ dont il vient d'être question ne serait pas suffisante pour établir ce théorème au regard des mathématiciens. L'habitude de leur esprit les pousse à y regarder de plus près; il leur faut une démonstration qui ramène le principe qu'il s'agit de leur faire admettre à un autre plus simple. Pour démontrer le théorème de Bernoulli, M. Bertrand commence par établir le principe des épreuves répétées, et la conséquence qui en résulte relativement à la combinaison la plus probable pour un nombre donné d'épreuves.

L'extension de ce principe à un nombre très grand d'épreuves exige l'emploi de la formule de Stirling. Cette formule se trouve établie dans tous les traités d'Analyse, mais, à titre de hors-d'œuvre, M. Bertrand en donne une démonstration directe des plus élégantes.

Enfin, après avoir défini l'*écart,* et en avoir étudié les propriétés, l'auteur arrive à l'expression mathématique du théorème de Jacques Bernoulli.

M. Bertrand insiste sur les conditions que requiert l'application de ce théorème. Avant tout, il est essentiel que la probabilité mise en jeu ait une valeur *objective.* L'auteur cite divers exemples de probabilités subjectives. Nous choisirons le suivant, qui nous a paru topique : " Le roi de Siam a quarante ans, quelle est la probabilité pour qu'il vive dans dix ans? Elle est autre pour nous que pour ceux qui ont interrogé son médecin, autre pour le médecin que pour ceux qui ont reçu ses confidences; très différente enfin pour des conjurés qui prendraient leurs mesures pour l'étrangler le lendemain. „

Il est non moins nécessaire, pour que l'application du théorème de Bernoulli soit légitime, que la probabilité de l'événement considéré soit constante d'une épreuve à l'autre. Pourtant M. Bertrand cite un cas d'exception, où le théorème est applicable malgré la variation des chances pendant les épreuves.

L'auteur indique encore deux démonstrations élémentaires de cet important théorème fondées l'une sur la considération de la valeur probable du carré de l'écart, l'autre sur celle de la valeur probable de l'écart absolu.

Le titre du chapitre suivant contient à lui seul tout un enseignement: *La ruine des joueurs.* Cet enseignement n'a malheureusement chance de convaincre que ceux qui n'ont rien à en retirer, en vertu du proverbe : *Il n'est de pires sourds que ceux qui ne veulent pas entendre.* La question n'en a pas moins un puissant intérêt; elle est développée par M. Bertrand avec tout le soin qu'elle comporte.

Nous citerons le début du chapitre, où le sujet se trouve indiqué avec une remarquable netteté :

" Le jeu ruine ceux qui s'y livrent. Il n'y a exception que pour les joueurs auxquels les conditions acceptées accordent un avantage.

„ Le fermier des jeux à Monte-Carlo peut accroître sans crainte le nombre des coups. La menace ne s'adresse qu'aux pontes.

„ Lorsque le jeu est équitable, la ruine tôt ou tard est certaine.

„ La proposition semble contradictoire. En ruinant l'un des joueurs, le jeu enrichit l'autre; en s'exposant à perdre une fortune, on a l'espoir de la doubler.

„ Cela n'est pas douteux ; mais, quand la fortune est doublée, le théorème s'y applique avec la même certitude; elle peut doubler encore, centupler peut-être, tout sera emporté à la fois par un caprice du hasard. En combien de temps? Nul ne le sait; la probabilité augmente avec le nombre des parties et converge vers la certitude. C'est cette progression extrêmement lente, il faut le déclarer tout d'abord, à l'étude de laquelle est consacré ce chapitre. „

L'auteur entre ensuite dans l'analyse de la question, traitant d'abord le cas où on suppose le nombre des parties convenu à l'avance, avec règlement final; la chance de perte n'a rien alors de bien effrayant. Il n'en va plus de même si on doit, à chaque partie, déposer la mise. Dans cette hypothèse le problème peut être posé de deux manières; ou bien, en supposant deux joueurs adverses, on cherche la durée probable du jeu, c'est-à-dire le nombre probable de parties amenant la ruine de l'un d'eux; ou bien, ne s'attachant qu'à un joueur, abstraction faite de son adversaire qui peut changer, on étudie son sort. Dans l'un comme dans l'autre cas, la réponse est faite pour décourager ceux qui seraient enclins à tenter la fortune.

Particularisant les données du problème, l'auteur examine le cas où les fortunes des deux joueurs sont différentes, les conditions du jeu étant équitables ; celui où les conditions ne sont pas équitables ; etc..... Pour le cas où les probabilités de gagner sont différentes pour les deux joueurs, où les enjeux sont différents, où les fortunes ne sont pas les mêmes et où les conditions du jeu ne sont pas équitables, M. Bertrand fait connaître une élégante solution de M. Rouché. Il a d'ailleurs, un peu plus loin, occasion de citer encore la solution d'un autre problème due au même

savant géomètre, solution où intervient d'une façon tout à fait inattendue la fonction V_n qui se rencontre dans la division du cercle en parties égales.

M. Bertrand aborde ensuite la question de la probabilité des causes. Le mot *cause* n'implique ici aucune idée de *causalité.* L'auteur insiste sur ce point pour prévenir toute confusion. Il ne s'agit en l'espèce que de causes occasionnelles. " Pierre a parié d'amener avec trois dés un point supérieur à 16 ; il a gagné : tel est l'événement. Le point amené peut être 17 ou 18 : telles sont les causes possibles du succès. „

Le problème de la probabilité des causes consiste, un événement s'étant produit et pouvant résulter de l'action de diverses causes, à trouver la probabilité pour que ce soit telle ou telle d'entre elles qui ait agi, connaissant la probabilité que chacune d'elles donnait *à priori* à l'événement qui a eu lieu.

La solution de ce problème a été donnée, dès le siècle dernier, par Bayes. Mais l'application de ce principe, comme de tous ceux du calcul des probabilités, ne laisse pas d'être délicate, et M. Bertrand, dont la verve critique se plaît à poursuivre tous les raisonnements qui pèchent contre la raison, fait ressortir diverses erreurs qui ont été commises par un faux usage du principe de Bayes, notamment à propos de l'expérience de Buffon sur le jeu de pile ou face, et aussi de la régularité du rapport des naissances masculines et féminines. Il suffit de lire les pages que M. Bertrand a consacrées à ce sujet pour se convaincre de l'attention méticuleuse qu'il faut apporter dans la solution de tels problèmes. Il est une conclusion qui ressort d'ailleurs bien nettement de ces pages, c'est qu'il n'est possible d'obtenir une probabilité *à posteriori* qu'autant qu'on peut apprécier la probabilité *à priori* de la cause sur laquelle on veut se prononcer.

Un problème intéressant est celui de la recherche de la probabilité des événements futurs basée sur la connaissance des événements observés. La solution de ce problème résulte du théorème de Bayes. Ainsi que le fait remarquer M. Bertrand, les applications qui en ont été faites ont été presque toutes sans fondement. Condorcet, en particulier, n'a-t-il pas eu l'étrange prétention de déterminer la probabilité pour que le soleil se lève demain !

A ce propos, M. Bertrand dit dans l'introduction : " Une urne contient des boules blanches, peut-être aussi des noires ; on y fait 1 million de tirages, tous donnent des boules blanches ; quelle est la probabilité pour qu'un nouveau tirage amène une noire ? Le calcul répond : $\frac{1}{1\,000\,000}$. " On a vu, conclut Condorcet,

„ 1 million de fois le Soleil se lever du côté de l'orient, quelle „ est la probabilité pour qu'il manque demain ? La question „ n'est-elle pas la même ? „ Elle est différente. L'urne, dans le premier cas, est invariable ; qui peut, dans le second, savoir le train des choses ? „

Tout le reste de l'ouvrage est consacré à l'application du calcul des probabilités à la théorie des erreurs d'observation. C'est là que la contribution personnelle de l'auteur est le plus importante. M. Bertrand, on peut le dire, a renouvelé le sujet. La tâche était ardue après les immortels travaux de Gauss ; il ne fallait rien moins que l'extraordinaire puissance d'investigation du savant académicien pour réussir en une telle entreprise.

Le point de départ de la théorie, connu sous le nom de *postulatum* de Gauss, consiste, comme on sait, en ce que, lorsque plusieurs mesures d'une grandeur inspirent une confiance égale, la valeur la plus probable est la moyenne de celles qu'on a obtenues.

Une confusion est à éviter, que M. Bertrand signale, entre la valeur la plus probable et la meilleure valeur à adopter. Ce sont deux notions bien distinctes.

M. Bertrand, faisant une étude critique du *postulatum* de Gauss, indique nettement, après avoir déterminé la loi de probabilité des erreurs à laquelle il donne lieu, diverses contradictions qui en sont la conséquence. Il constate néanmoins que ce *postulatum* doit être adopté, attendu que l'observation le confirme, abstraction faite, bien entendu, des erreurs systématiques. Cette conclusion résulte de la discussion faite par Bessel de quatre cents observations d'une même étoile dues à Bradley. M. Bertrand reproduit également un tableau très instructif dressé par M. Nikolaus Wuich, professeur à l'École d'artillerie de Vienne, et relatif à dix mille observations.

L'auteur traite ensuite longuement de la détermination du paramètre k qui intervient dans l'expression de la loi, et varie d'une série d'observations à l'autre. Il donne diverses méthodes pour effectuer cette détermination, et fait ressortir de leur comparaison une foule de remarques fort instructives. Ayant défini la *précision* d'un système de mesures par cette constante k, et le *poids* par son carré, M. Bertrand s'étend sur la valeur de ces deux locutions et montre que si la loi de probabilité n'avait pas une forme toute spéciale, elles ne sauraient avoir de sens exact et précis. Il aborde enfin l'examen de cette importante question : Quelle conclusion peut-on tirer de la concordance des mesures

effectuées, relativement à la confiance qu'inspire la moyenne ? Et il fait voir, par une analyse délicate, que si le *poids* du système de mesures est suffisamment déterminé *à priori*, la concordance remarquée ne doit pas accroître cette confiance. Cette conclusion ne laisse pas de paraître assez étrange lorsqu'on n'en voit que l'énoncé, mais la suite de déductions sur laquelle elle repose est irréfutable.

La loi de Gauss sur la probabilité des erreurs élémentaires a conduit Bravais à une formule célèbre sur les *erreurs de situation d'un point*, c'est-à-dire faisant connaître la probabilité pour qu'un point soit compris dans un rectangle infinitésimal donné. M. Bertrand expose, d'après M. Schols, une démonstration ingénieuse de cette formule basée sur le *postulatum* de Cotes qui consiste en ce que si plusieurs positions d'un point, obtenues successivement, méritent la même confiance, la position la plus probable est le centre de leurs moyennes distances.

De la formule de Bravais résulte que les points d'égale probabilité sont sur une même ellipse.

M. Bertrand applique ces résultats à la probabilité des écarts dans le tir à la cible. Pour une arme et un tireur donnés, trois constantes sont à déterminer. L'auteur donne le moyen de les obtenir en se fondant sur le théorème de Bernoulli, et indique ensuite la séparation du plan en régions limitées par des ellipses d'égale probabilité, et telles que, pour un très grand nombre de coups, chaque région contienne *probablement* une même fraction du nombre des balles tirées.

Une expérience faite sur 1000 coups tirés à 200^{m} par des tireurs habiles, avec dix armes de même modèle, a fourni à M. Bertrand une confirmation très remarquable de la théorie. Le plan a été séparé, par des ellipses d'égale probabilité, en dix régions. Les nombres de balles logées dans chaque région ont été 99, 106, 100, 108, 100, 115, 89, 94, 90, 97.

Une curieuse remarque, en passant : M. Bertrand se demande si le calcul peut indiquer quelle est, dans un concours de tir, la règle à conseiller pour juger les tireurs ; la réponse est négative ; le choix reste indécis.

Gauss, on le sait, ne s'est jamais montré satisfait de la loi de probabilité des erreurs dont il était l'inventeur. En dépit du succès qu'elle obtint auprès des observateurs et des faits qui vinrent affirmer sa valeur pratique, il ne put se résoudre à l'admettre à titre définitif. Ce puissant esprit ne pouvait se contenter d'un à peu près ; il lui fallait la vérité tout entière. A défaut

de la loi rigoureuse qu'il soupçonnait et qui lui échappait, il voulut donner à sa théorie des moyennes une base solide, indépendante de la forme de cette loi, et par une de ces inspirations que seul peut avoir le génie, il imagina une solution du problème où la fonction inconnue n'intervenait que dans des intégrales définies dont les valeurs numériques devenaient les constantes caractéristiques d'un système d'observations. Cette théorie se trouve amplement développée par M. Bertrand qui la justifie en outre d'un reproche spécieux que lui avait adressé Poisson.

La théorie des moyennes suppose l'indépendance des mesures associées. Quelle méthode convient-il d'appliquer lorsque cette condition n'est pas réalisée? Cette méthode, due également à l'immortel Gauss, et dont les applications sont, on peut le dire, journalières, est la célèbre *méthode des moindres carrés.*

M. Bertrand, dans le chapitre qu'il lui consacre, commence par indiquer la solution directe de plusieurs problèmes particuliers. Il traite ensuite de la théorie générale, et cela avec une netteté, une ampleur, nous oserons dire une *maestria* qui placent cet exposé hors de pair. C'est peut-être, à notre avis, cette partie du beau livre de M. Bertrand qui est le mieux faite pour séduire les purs mathématiciens.

Nous nous bornerons à cette appréciation générale, craignant, en suivant pas à pas l'auteur dans ce brillant développement, de nous laisser entraîner dans des détails trop spéciaux.

M. Bertrand fait ensuite une application très heureuse du calcul des probabilités aux lois de la statistique. Il débute par une remarque utile pour prévenir certaines confusions : c'est à savoir que, selon la manière dont on consulte le sort, la probabilité étant d'ailleurs la même, bien que la moyenne ne change pas, les chances d'écart peuvent être différentes. Il en donne la preuve par la substitution, à une urne de composition donnée, de plusieurs urnes de composition différente.

On trouve à la fin du chapitre la démonstration de la loi de mortalité de Gompertz généralisée par Makeham.

L'ouvrage se termine par un court chapitre qui n'en est pas le moins curieux; c'est un " résumé critique des tentatives faites pour appliquer le calcul des probabilités aux décisions judiciaires. „

C'est à Condorcet qu'incombe la responsabilité de cette application dont M. Bertrand, en un beau et ferme langage, fait éclater la vanité. Le jugement de l'illustre auteur n'admet point de tempérament. Pour lui, " aucun des principes du livre de

Condorcet n'est acceptable, aucune de ses conclusions n'approche de la vérité „.

Tout cela repose sur une fausse assimilation des effets de causes inconnues et variables à une série de tirages dans une urne.

Tout serait à citer dans cette remarquable critique, véritable petit chef-d'œuvre de dialectique et d'esprit. Nous ne pouvons résister au désir d'en donner un échantillon où perce la plus fine ironie.

“ Les illusions de Condorcet ne s'étendent pas à toutes les assemblées.

„ Une assemblée nombreuse ne peut pas, dit-il, être composée d'hommes très éclairés : il y aura un grand nombre de questions sur lesquelles la probabilité de la voix de chaque votant sera au-dessous de $\frac{1}{2}$. Alors, plus l'assemblée sera nombreuse, plus elle sera exposée à rendre des décisions fausses.

„ On peut dire plus, elle en sera certaine.

„ Une assemblée nombreuse, dont chaque membre se trompe plus d'une fois sur deux, se prononcera certainement contre la vérité : elle donnera un moyen sûr de la connaître. Condorcet ne l'a pas proposé, mais il résulte de ses formules ; il serait injuste de lui en refuser l'honneur. „

Laplace lui-même n'a pas échappé à l'entraînement, et, en dépit de la confiance aveugle qu'Arago afficha un jour, en pleine tribune de la Chambre, pour les résultats de ses calculs, M. Bertrand ne craint pas de faire ressortir le peu de fondement de ceux-ci.

C'est ensuite le tour des tentatives de solutions proposées par Poisson et par Cournot ; M. Bertrand sape l'édifice par la base, et l'édifice s'écroule.

Seul, le souvenir restera de cet étrange abus du calcul que Stuart Mill avait très justement nommé le scandale des mathématiques.

Nous avons signalé plus haut le passage qui nous semblait devoir agréer le plus aux mathématiciens. Ce dernier chapitre est assurément fait pour enlever les suffrages de tous les lettrés ; nulle part ailleurs la verve étincelante de l'illustre auteur ne brille d'un plus vif éclat. Pour le festin — qu'on nous pardonne cette image — auquel nous a conviés M. Bertrand, c'est un dessert exquis.

On peut affirmer, croyons-nous, que dès le jour de son apparition l'œuvre de M. Bertrand était classique. Tout le monde est

appelé à la connaître, si même tout le monde ne la connaît déjà.

Peu de livres pourraient rivaliser avec celui-là sous le rapport de la profondeur; aucun peut-être sous celui de l'originalité. Le plan, la méthode, les procédés de raisonnement, tout est nouveau, tout est imprévu. Que dire du style, sinon qu'à aucun moment, même au milieu du dédale des formules algébriques, le lecteur ne peut oublier que c'est un académicien qui parle. Le respect de la forme ne le cède point chez M. Bertrand à la connaissance du fond. L'illustre auteur présente, à notre époque, le rare et parfait assemblage du savant, en ce qu'il a de plus profond, et du lettré, en ce qu'il a de plus brillant. Le livre que nous venons d'analyser en est l'irréfragable témoignage.

Nous croirions manquer à notre rôle de bibliographe si nous ne disions en terminant que la maison Gauthier-Villars s'est surpassée — et c'est tout dire — dans l'exécution typographique de l'ouvrage; il peut, dans son genre, être cité comme un véritable modèle.

M. d'Ocagne.

III

Origine du monde d'après la tradition. Ouvrage posthume du chanoine Al. Motais, de l'Oratoire de Rennes, avec *Introduction sur la Cosmogonie biblique*, par Charles Robert, prêtre de l'Oratoire de Rennes. Un vol. in-12 de LXXV—362 pages. — 1888. Paris, Berche et Tralin.

Il y a deux parties, distinctes quoique corrélatives, dans cet ouvrage. La part principale, et qui est l'occasion de l'autre, est l'œuvre posthume et inachevée du très savant, très regrettable et très regretté abbé Motais, enlevé presque à la fleur de l'âge, dans toute l'ampleur et la maturité de son talent, œuvre recueillie et mise en ordre par son disciple et son ami, son fils spirituel, pourrait-on dire, qui promet au savant exégète trop tôt moissonné un successeur digne de lui. La part accessoire, quoique déjà fort importante par elle-même, et servant d'introduction au travail de M. Motais, est due à M. l'abbé Robert. C'est un exposé explicatif de la Cosmogonie biblique, qui prépare à la lecture de l'œuvre principale et en facilite l'intelligence. Nous en parlerons séparément en terminant cette notice.

Le but que paraît s'être proposé M. le chanoine Motais est de confondre, en en montrant l'inanité, cette accusation où l'ignorance le dispute souvent à la mauvaise foi, par laquelle la science incrédule nous reproche de fausser la pensée de Moïse et de mentir à la tradition chrétienne, en donnant de l'Hexaméron une interprétation différente de celles qui auraient prévalu précédemment. Cette accusation s'explique sans peine. Nos adversaires, ayant besoin, pour le soutien de leur mauvaise cause, de faire croire que le récit de la Genèse est une fable destinée à s'évanouir à la clarté croissante des lumières de la science, ne peuvent voir de bon œil les interprétations récentes de l'école concordiste montrant que ce qui est en contradiction avec les conquêtes assurées ou probables de la science, ce n'est nullement ce récit lui-même, mais seulement l'interprétation qu'on lui appliquait naguère. Leur tactique est d'identifier celle-ci avec celui-là, et de prétendre que, par des explications différentes, le concordisme falsifie la Genèse et se met par suite en contradiction flagrante avec la constante opinion de l'Église.

Pour répondre à une telle imputation, le savant chanoine entreprend de démontrer que non seulement l'interprétation des temps précédant immédiatement le nôtre n'est point constante dans l'Église, qu'elle a varié dans tous les temps et souvent dans des proportions inconnues de nos jours, mais encore que l'explication concordiste actuelle est incomparablement plus en harmonie avec l'exposé mosaïque de la création comme avec l'esprit dans lequel l'a écrit son auteur, que celle qui prévalait au commencement de notre siècle.

En conséquence il débute par un exposé rapide mais complet des variations de l'exégèse sur l'Hexaméron, laquelle, à plusieurs égards, différait moins aux premiers siècles de l'exégèse actuelle que de celle qui a immédiatement précédé celle-ci. Et cette tradition, malgré les vues des écoles opposées, s'est conservée sans interruption jusqu'à Hugues de Saint-Victor, " qui, par Pierre Lombard, nous mène à saint Bonaventure, „ lequel vient, par ses descendants intellectuels, donner la main à Laplace " qui probablement ne se doutait guère, en créant son magnifique système, qu'il était, sur ce point, le continuateur de la vieille exégèse traditionnelle (1) „.

Sans entrer dans le détail des écoles rivales qui, dans la large liberté laissée par l'Église aux discussions sur cette matière, ont

(1) *Origine du monde*, pp. 11 et 12.

interprété différemment les œuvres de la création, donnons toutefois les conclusions auxquelles l'examen approfondi de ces discussions amène notre auteur et qui sont comme le programme de la suite de son travail. Elles se résument ainsi : 1° La haute antiquité du monde n'a été ni ignorée, ni repoussée par la tradition. 2° Celle-ci, à l'unanimité, a admis la création de la matière à l'état élémentaire (cosmique) et en une masse unique. 3° Tandis que l'école allégorique d'Alexandrie reconnaît l'impuissance des jours de 24 heures pour expliquer Moïse, l'école littérale, qui les admettait, " aboutit, dès le IVe siècle, à leur négation et à la création s'effectuant par développement naturel, progressif, *exactement à la façon de l'école moderne* ". 4° Saint Augustin qui, opposé aux jours ordinaires, admettait d'abord, lui aussi, la création simultanée, en arrive finalement à la remplacer par des formations successives en vertu des lois de la nature et par intervalles plus longs que des jours de 24 heures, à la façon dont on l'entend de nos jours. 5° Enfin les traditions de l'école maintiennent constamment, à travers les âges et jusqu'à l'avènement de l'école moderne, les principes générateurs de l'exégèse actuelle et y conduisant logiquement et forcément.

I. — Nos adversaires croient nous opposer une grave objection en nous montrant la science moderne reculant l'origine de la création à une antiquité incalculable, parce qu'ils confondent avec le fond du récit de Moïse l'interprétation, d'ailleurs assez récente, qui prend au pied de la lettre les *jours* de l'Hexaméron et réunit dans une même date, à 6 fois 24 heures près, la naissance du monde et la création du premier homme.

Or M. Motais montre, avec grande abondance de citations passées au crible d'une soigneuse critique, que, de tout temps, les Pères de l'Église ont considéré la création des anges comme étant d'une antiquité prodigieusement reculée relativement à celle de l'homme, et que d'autre part leur exégèse est arrivée, dès le IVe siècle, avec saint Augustin *(De Genesi ad litteram)*, à admettre la simultanéité de la création spirituelle et de la création matérielle, exprimées toutes deux dans le premier et le troisième versets du premier chapitre de la Genèse (la *lumière* du premier jour pouvant s'entendre, d'après saint Augustin, aussi bien de la lumière intellectuelle perçue par les anges que de la lumière matérielle). Cette simultanéité, de plus en plus acceptée depuis lors, implique équivalemment l'extrême antiquité de l'univers matériel, celle des anges étant toujours expressément reconnue. C'est même explicitement que les Pères ont

souvent constaté l'ancienneté du monde physique, puisque saint Méthode reprocha à Origène de n'attribuer, à chacun des jours de la création, que mille ans de durée, en s'appuyant sur le livre de l'*Ecclésiastique* qui déclare que le monde a vécu des jours innombrables, " aussi innombrables que les sables de la mer et que les gouttes de pluie qui tombent du ciel (1) ". Enfin, de nos jours, le Concile du Vatican, définissant la simultanéité des deux créations angélique et matérielle et la postériorité de la création de l'homme (2), établit clairement la doctrine conforme de l'Église.

D'où il suit que si, comme le fait remarquer l'auteur, " plus d'un de ceux qui vieillissent notre terre outre mesure et par mauvais dessein, croient en cela exploiter une veine fatale à la théologie du présent ou des anciens âges, on voit combien ils se trompent (3) ".

II. — Que Dieu ait, à l'origine, créé *ex nihilo* l'univers et tout ce qu'il renferme, c'est un point sur lequel la tradition chrétienne n'a jamais varié, à l'encontre de la plupart des cosmogonies païennes et de l'hérésie *hylozoïste* qui admettaient l'éternité de la matière : le texte du premier verset de la Genèse, sans parler de beaucoup d'autres, ne peut laisser aucun doute à ce sujet. Mais la question se complique quant au sens à attribuer aux mots *ciel* et *terre* compris dans l'énoncé de la création primordiale. Toute une école, à la suite de saint Augustin, vit dans le premier de ces deux mots la nature invisible, c'est-à-dire le monde des esprits, des anges, et dans le second la création visible ou corporelle, autrement dit le monde physique ou matériel. Cette opinion n'est pas unanime, sans doute. Elle se rencontre toutefois avec celle des autres interprètes en ce point, que la plupart entendent le mot *terre* dans le même sens général. " Sous le nom de *terre*, dit saint Eucher, Moïse nous parle de cette matière informe d'où sont sortis le ciel *visible*, la terre et la masse universelle du monde... La matière est faite de rien; mais le monde, lui, est fait de la matière informe. Si elle est appelée *ciel* et *terre*, ce n'est pas parce qu'elle était telle tout

(1) Arenam maris, et pluviæ guttas, et dies sæculi, quis dinumeravit? — *Eccli.*, cap. 1, v. 2.

(2) Deus..... simul ab initio temporis utramque de nihilo condidit creaturam, spiritualem et corporalem, angelicam videlicet ac mundanam, *ac deinde* humanam... (Concile du Vatican, Sess. III, cap. 1, *De Deo rerum omnium Creatore.)*

(3) *Origine du monde*, p. 45.

d'abord, mais parce qu'elle était apte à leur donner naissance (1). „ C'est à cette matière informe que se rapportent également toutes les expressions du second verset de la Genèse: terre invisible et incomposée, — abîme ténébreux, — *eaux* sur lesquelles plane l'Esprit de Dieu (2). L'idée de la première manifestation de l'œuvre divine sous forme d'une matière ténue, subtile, en un mot *élémentaire,* au sens le plus absolu du mot, se fait jour dès les premiers siècles. Athénagore, saint Hippolyte, saint Théophile, Origène, saint Éphrem malgré son littéralisme outré, saint Basile, saint Ambroise, admettent tous que Dieu créa d'abord, sous la désignation de *cœlum et terram*, la substance, l'élément dont devait être engendré tout ce qui constitue l'univers. Saint Grégoire le Grand et après lui ses disciples, aux VIe siècle et suivants, pensent de même; et, au IXe, Scot Érigène donne de cette matière primordiale une description qui correspond étonnamment, moins le nom, à la *nébuleuse* de nos jours.

Cette universalité de la matière chaotique ou primordiale (nous dirions aujourd'hui " cosmique „) est reconnue non moins explicitement, au XIe siècle, par saint Bruno le Chartreux. Il déclare que ces éléments primitifs étaient alors insaisissables, même pour l'œil humain s'il eût existé. " D'abord réunis en masse, ce n'est pas même après leur séparation immédiate qu'ils deviendront visibles, mais seulement lorsque, obéissant aux lois de l'affinité, ils auront formé des globes plus condensés (3). „ Un peu plus tard saint Anselme, puis saint Bruno d'Asti, puis Abélard s'expriment en des termes qui dénotent une pensée analogue. Mais si cette notion a son plein épanouissement au commencement du XIIIe siècle, dès le IVe siècle elle avait été perçue, et saint Grégoire de Nysse en parlait en des termes que, de nos jours, ne désavouerait pas Laplace lui-même.

Ce n'est pas qu'il y ait eu à cet égard unanimité dans le détail parmi les Pères et les écrivains ecclésiastiques. De Bède le Vénérable (VIIIe siècle) à Hugues de Saint-Victor (XIIe), il y a eu une école faisant la terre créée par Dieu immédiatement à sa place définitive; mais encore la considéraient-ils comme en un état pâteux et enveloppée de vapeurs et de matières subtiles

(1) *Loc. cit.*, p. 53.

(2) Saint Augustin, *De Genesi contra Manichæos*, lib. I, cap. IX ; cité dans l'Appendice, p. 275.

(3) Cf. à l'Appendice 93, p. 288, le texte latin de saint Bruno *Carthusianorum Institutor.*

remplissant une immense étendue, germe en quelque sorte du surplus de la création physique; en sorte que, même à ce point de vue spécial, leur exégèse admet la création de la matière à un état diffus, vague, élémentaire en un mot. Mais déjà Pierre Lombard, disciple de Hugues, soutient que les mots *terra, aqua, abyssus* sont donnés par anticipation à la masse encore informe et indivise de la matière élémentaire; et bientôt après, saint Bonaventure porte avec douceur le coup de grâce à l'interprétation de Hugues, en établissant victorieurement que le mot *terra* implique le germe de l'ensemble de la création et non pas seulement de la terre proprement dite. La raison qu'il en donne est que " la généralité des interprètes a vu dans les mots *In principio creavit Deus cœlum et terram*, la matière de toutes les choses visibles ".

Au résumé, il ressort de l'examen des écrits patrologiques que la tradition a toujours professé la doctrine de la création de la matière à un état élémentaire qui correspond exactement, moins le nom, à la *nébuleuse* moderne, et en une masse unique, et que le premier acte créateur " est relégué dans un incalculable lointain ".

III. — Cette conclusion de nos deux premiers §§ implique logiquement l'accomplissement lent et par progrès naturel de l'ensemble de la création.

Mais serait-il vrai que la tradition n'aurait pas soupçonné ce mode d'accomplissement, et que, ne s'en étant pas douté, elle n'en aurait rien dit? C'est à répondre à cette question que l'auteur consacre son chapitre III, dans lequel il met en présence l'école allégorique d'Alexandrie, représentée principalement par Origène, et l'école littérale, représentée par saint Basile et saint Grégoire de Nysse. La première reconnaît tout d'abord l'impuissance des jours de 24 heures à expliquer l'œuvre de la création; comprenant bien que ces *jours*-là n'étaient point semblables aux nôtres, et sachant ainsi ce qu'ils n'étaient pas, mais ne se rendant pas compte de ce qu'ils pouvaient être, l'école d'Alexandrie avait essayé d'interpréter le récit de l'Hexaméron dans un sens purement allégorique, mais dubitativement et sans parvenir à donner cette solution comme assurée. (On sait que cette tentative a été renouvelée de nos jours, non d'ailleurs beaucoup plus heureusement, par Mgr Clifford, évêque de Clifton en Angleterre.) Ce qui ressort de la discussion des textes, c'est que le récit de Moïse n'est pas explicable avec les *jours* ordinaires et au sens littéral, sans que l'école ait trouvé une autre explication satisfaisante.

L'école littérale cherche à réagir contre les exagérations de l'allégorisme. Saint Basile, préoccupé de combattre le dualisme des manichéens et le platonisme païen de l'empereur Julien, développa éloquemment un Hexaméron d'un littéralisme extrême, prenant chaque expression dans le sens le plus strictement *obvie,* et conséquemment le mot *jour* dans le sens de 24 heures. L'orateur, dit M. Motais, fut admiré par la foule qui buvait les flots de son érudition et de son éloquence; mais il fut aussi discuté et, sur certains points, réfuté. On lui reprochait surtout " ces jours de 24 heures et leur impossibilité frappante ". L'opinion faisait visiblement un retour vers la négation d'Origène. C'est alors que saint Grégoire de Nysse, frère de saint Basile, entre en lice. Dans une magnifique exposition, il montre la création se développant, sous l'action divine, suivant le cours naturel des choses, et dresse ainsi une cosmogonie d'autant plus admirable, que, par une sorte d'intuition de génie, il semble pressentir, 14 ou 15 siècles d'avance, les lois de la physique moderne telles qu'elles sont connues et appliquées de nos jours. Mais autant il développe avec luxe de détails scientifiques, d'inductions et de raisonnements ces sublimes tableaux, autant il est bref, embarrassé quant à la question de la durée de ces successions de phénomènes; il évite d'employer le mot *jour* pour parler de *nombres,* d'*intervalles,* de *cercle* parcouru. Finalement " l'école littérale, partie de la théorie des jours ordinaires, aboutit équivalemment, dès le IVe siècle, à leur négation, et explicitement à la création par développement naturel, progressif, *exactement à la façon de l'école moderne* ".

IV. — Comme les docteurs de l'Église grecque, saint Augustin cherche d'abord, vu l'impossibilité où se trouve son esprit d'admettre des jours de 24 heures, à se réfugier dans l'idée de la simultanéité de toute la création, qui aurait instantanément surgi toute parachevée à la parole de Dieu. Les six jours ne seraient alors qu'une simple figure, indiquant la suite des tableaux partiels que le Créateur aurait successivement fait apparaître de son œuvre à Moïse, afin que l'intelligence de l'écrivain inspiré pût en saisir plus facilement les grandes lignes. Mais une aussi vaine interprétation ne pouvait satisfaire longtemps un esprit aussi profond, un jugement aussi droit que celui de l'évêque d'Hippone. L'auteur de l'*Origine du monde d'après la tradition* retrace avec une remarquable sûreté d'érudition les péripéties intellectuelles, les hésitations, les angoisses d'esprit du grand docteur; après bien des années de recherches, de réflexions, de

fluctuations et de labeurs, il trouve, comme terme de cette route longue et ardue, que la seule solution acceptable est d'admettre, dans la création, des formations successives produites non point arbitrairement et à coup de miracles, mais par le jeu constant des lois de la nature promulguées par le Très-Haut en tirant du néant le germe de l'univers; ces formations successives se déroulant par intervalles autres que des jours de 24 heures, " plus longs, et donnant place au développement régulier des êtres tel qu'on l'entend aujourd'hui ".

Cette élaboration exégétique de saint Augustin, notre auteur la compare aux inductions transcendantes par lesquelles Le Verrier, rejetant successivement toutes les explications tentées avant lui pour rendre compte des perturbations d'Uranus le long de son orbite, arrive à découvrir, sans instrument d'optique et du fond de son cabinet, la planète Neptune. Voilà, dit M. Motais, la situation du grand docteur et de son œuvre. " Rien ne le satisfait dans le passé, il détruit tous les anciens calculs; et si, moins précis que Le Verrier, il ne prédit point la découverte à bref délai, du moins, comme le grand astronome, en montre-t-il la nécessité. Il fait mieux : il en trace les caractères et en accepte les conséquences. "

Il est certain en tout cas que pour qu'on soit arrivé, dès la fin du IVe siècle ou le commencement du Ve, à un tel résultat, malgré l'absence de notions scientifiques qui ne devaient prendre naissance que treize ou quatorze cents ans plus tard, il faut bien, comme le fait observer M. Motais, que le texte de Moïse contienne implicitement le sens, si plausible et si rationnel, que nous lui donnons aujourd'hui. " Continuera-t-on, ajoute-t-il, à nous opposer les Pères et à s'opposer à un concordisme sage et réservé? Oui, sans doute; mais on le fera sans preuves et même sans raisons. "

C'est sur ces dernières paroles que l'impitoyable mort a tranché les jours de l'écrivain. Il lui restait à développer sa Ve proposition qu'il énonçait ainsi :

" La Tradition et l'École maintiennent perpétuellement, sur tout leur parcours, jusqu'à l'arrivée de l'École moderne, les principes générateurs de l'exégèse actuelle, en soupçonnent, en dénoncent la nécessité et y conduisent directement forcément, sans contradiction et sans soubresaut. "

Il appartiendrait à M. l'abbé Robert, disciple aimé du savant chanoine et héritier de ses notes et documents de toute nature, de compléter dans une nouvelle édition l'œuvre de son maître.

Il en profiterait pour réaliser encore une amélioration fort désirable : on se plaint généralement de l'incorrection des textes latins et grecs reproduits en pièces justificatives, au nombre de 266, à la fin de l'ouvrage. Il faudrait les revoir et les collationner avec soin sur de bonnes éditions patrologiques, de manière à ne donner, à l'appui des assertions de l'auteur, que des textes absolument exacts.

Ce qui nous montre combien M. l'abbé Robert est préparé à compléter l'œuvre du maître par le développement de sa V^e^ proposition, c'est la manière dont il a traité, dans une *Introduction* très développée et tout entière de lui, la question de la Cosmogonie biblique.

Il commence par traduire directement sur l'hébreu d'abord le premier chapitre de la Genèse et les quatre premiers versets du second, qui complètent le premier ou plutôt qui en font moralement partie. Plus loin il donne la traduction du surplus du chapitre II, relatif à la création de l'homme et de la femme.

Nous n'analyserons pas cette Introduction, ne voulant pas allonger outre mesure un simple compte rendu. Disons seulement que l'auteur de cette *Cosmogonie biblique* ne se contente pas de montrer l'accord complet existant entre les données acquises ou probables de la science contemporaine et la saine interprétation du récit de Moïse; il discute aussi avec les exégètes rationalistes et montre le mal fondé de leurs théories, leur opposant au besoin les textes des tablettes à caractères cunéiformes trouvées dans les ruines de Ninive et de Babylone, qu'il compare, suivant une sage critique, au texte de la Genèse.

Nous signalons encore à l'attention de nos lecteurs une interprétation assez originale relative au partage en six jours ou temps du récit de la création. M. l'abbé Robert pense, à ce sujet, que Moïse avait reçu par la tradition l'ordre historique de la création, mais *sans divisions en jours;* et que, préoccupé du soin de former la semaine et d'instituer le repos sabbatique, ce qui était nécessité par sa mission comme législateur, il divisa un peu arbitrairement les œuvres divines en six sections, en formant une septième avec l'annonce de la fin de la création, c'est-à-dire du repos du Créateur. Sans la nécessité d'atteindre ce but, il eût pu aisément trouver dans l'œuvre divine neuf sections au lieu de six. Par suite, pour bien comprendre le chapitre de la Genèse qui contient l'ordre historique et chronologique de la création, " il faut se débarrasser de toutes ces divisions qui ont une

grande importance religieuse, mais qui n'en ont aucune au point de vue scientifique „. L'écrivain développe cette pensée et la justifie.

Pour la création de la compagne de l'homme, Dieu veut qu'il la désigne lui-même; c'est pourquoi le Créateur met en sa présence tous les êtres vivants. L'homme cherche parmi eux, désigne chacun par son nom et son espèce, mais n'en trouve aucun de son espèce et de son intelligence à lui et pouvant être associé à sa vie (1). C'est alors que Dieu satisfait le désir de l'homme.

Ici, notre commentateur interprète ce texte : *masculum et feminam creavit eos* (Gen., I, 27), d'après une hypothèse rêvée jadis par Platon, remise quelque peu en honneur par Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, adoptée aussi, croyons-nous, par François Lenormant, et suivant laquelle le premier homme aurait été créé à l'état androgyne. La côte, ou plus exactement le *côté* enlevé à Adam pendant son sommeil par l'intervention du Créateur, ce serait la portion organique dont Dieu aurait ensuite formé le corps complet de la première femme. " Avec l'organe extirpé au côté de l'homme,dit notre écrivain,fut formée la femme (II, 21-22). Lorsque à son réveil l'homme vit ce nouvel être, il reconnut qu'enfin celui-là était de son espèce, l'os de ses os, la chair de sa chair „.

Cette interprétation peut avoir, au premier abord, un aspect séduisant pour les esprits investigateurs et désireux de voir avancer la science de l'exégèse. En y réfléchissant davantage, cependant, on voit qu'elle est purement hypothétique, et l'on ne trouve guère de preuve solide à son appui. Le texte même du verset 27, au premier chapitre de la Genèse, ne s'y prête point; car il ne dit pas, parlant de l'homme considéré dans son ensemble, que Dieu *le* créa mâle et femelle, mais qu'il LES créa : *masculum et feminam creavit* EOS, ce qui semble bien impliquer deux créations nettement distinctes.

Ce n'est là du reste qu'un détail, quelques lignes seulement dans une *Introduction* qui compte LXXV pages et qui n'en forme pas moins un digne portique au monument posthume et malheureusement inachevé que nous a légué le regretté chanoine Motais. L'architecture du portique prouve, comme nous le disions plus haut, que son auteur est tout désigné pour élever le couronnement dont la mort a empêché la construction.

JEAN D'ESTIENNE.

(1) M. l'abbé Robert voit là une grande leçon donnée à l'humanité contre le crime prévu et puni aux chap. XVIII, v. 23 et XX, v. 15 du Lévitique, et XXVII, v. 21 du Deutéronome.

IV

Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de l'Académie des sciences, etc. — Deuxième série, tome VI, Exercices de mathématiques. Paris, Gauthier-Villars, 1887, in-4°.

Nous avons à plusieurs reprises appelé l'attention de nos lecteurs sur cette publication, l'une des plus importantes de notre temps, et qui continue à paraître avec une régularité remarquable, grâce à l'activité et à la puissante organisation de la maison Gauthier-Villars et fils, dont l'initiative a pu seule réaliser une entreprise aussi difficile.

Le volume terminé en 1887 forme le sixième de la deuxième série, qui doit comprendre les travaux de l'illustre géomètre non publiés dans les recueils de l'Académie des sciences. Il renferme le tome 1er des *Exercices de mathématiques,* souvent appelés les *Anciens exercices.*

On sait que, vers 1825-1826, Cauchy, ne trouvant pas dans les recueils existants un espace suffisant pour déployer sa singulière puissance productive en mathématiques, imagina de fonder et d'alimenter à lui seul un journal, paraissant à des époques indéterminées, dans lequel il donnerait libre carrière à sa fécondité. Telle fut l'origine des *Exercices,* dont le premier volume fut publié par livraisons en 1826.

Ce volume, très varié dans la nature des sujets qui y sont traités, offre d'ailleurs un grand intérêt. Non seulement un géomètre relira toujours avec profit et avec plaisir les travaux de ce maître incomparable, mais il est ici particulièrement intéressant de rapprocher les théories que Cauchy cultivait alors avec prédilection de celles qui en sont plus tard dérivées, et qui, grâce à lui-même ou à ses élèves, ont pris une place importante dans l'analyse mathématique. Sous ce rapport, il ne sera pas inutile de rappeler succinctement les richesses mathématiques condensées dans ce tome I des *Exercices,* d'ailleurs assez rare aujourd'hui.

L'ouvrage renferme vingt-huit mémoires ou articles, dont plusieurs ont une assez grande étendue ; les uns sur des sujets isolés, les autres se rattachant à un ensemble de recherches.

Parmi les premiers, on peut remarquer un mémoire *sur l'analyse des sections angulaires,* où Cauchy éclairait simplement

les difficultés qui avaient exercé Poinsot et Poisson, au sujet des limites entre lesquelles sont applicables certains développements de fonctions trigonométriques; une note sur *les formules de Taylor et de Maclaurin,* où se trouve l'expression du *reste* à laquelle le nom de Cauchy est encore attaché; une autre, établissant entre deux intégrales définies une relation ingénieuse qui lui permet de retrouver une formule de Legendre avec beaucoup d'autres; une note sur le théorème arithmétique de Farey; un *mémoire sur un théorème d'analyse,* dans lequel, d'une propriété très simple des fonctions entières, Cauchy tire toute une série de corollaires vraiment intéressants dont nous recommandons l'étude aux jeunes algébristes.

La théorie des nombres a sa part dans ce recueil par deux beaux mémoires: l'un, *sur la résolution de quelques équations indéterminées en nombres entiers,* contient la résolution des équations homogènes à deux ou à trois variables, jusqu'au troisième degré, avec une foule de résultats d'une généralité remarquable; l'autre, qui a pour titre : *Démonstration du théorème général de Fermat sur les nombres polygones,* est la reproduction du fameux mémoire couronné par l'Institut en 1815. Après avoir remporté déjà un prix sur une question ardue de géométrie, Cauchy avait montré la flexibilité de son génie en abordant une question de la théorie des nombres, qui arrêtait les plus grands géomètres. Il s'agissait du célèbre théorème de Fermat : Tout nombre entier est décomposable en trois nombres triangulaires, quatre carrés, cinq pentagones, etc. Legendre et Gauss n'avaient su prouver que des cas particuliers du théorème. Cauchy établit le théorème dans toute sa généralité, et le complète même, en prouvant que l'on peut résoudre en nombres entiers, dans des conditions qu'il précise, certaines équations indéterminées à quatre inconnues.

La géométrie est représentée, dans le volume dont nous parlons, par quelques mémoires relatifs à la théorie du contact des courbes, des surfaces, etc. Dans une première note, Cauchy démontre que si deux courbes se touchent et qu'à partir du point de contact on prenne des arcs égaux sur les deux courbes, la droite qui joint leurs extrémités tend à devenir normale aux deux courbes lorsque ces arcs décroissent indéfiniment. Il part de là pour déterminer la normale principale. Dans un autre travail, après avoir établi quelques principes généraux sur les divers ordres de quantités infiniment petites, il propose des modifications à la définition de l'ordre du contact des courbes et

des surfaces, telle que Lagrange l'avait établie, pour éviter certaines difficultés que présentait celle-ci. Puis, moyennant quelques lemmes simples, il établit que l'ordre du contact est indépendant du système d'axes auquel on rapporte les courbes ou les surfaces, et il en déduit les conditions analytiques d'un contact d'ordre donné, ainsi que divers corollaires.

Cet article, que Cauchy a inséré presque sans changement dans ses *Applications du calcul infinitésimal à la géométrie*, publiées en 1826, forme le fond de presque toutes les théories actuelles sur la question dont il s'agit.

Un assez grand nombre d'articles, formant un ensemble, se rapportent à la mécanique générale ; ils ont pour titres : *Sur les résultantes et les projections des forces appliquées à un même point ; — Sur les moments linéaires ; — Sur les moments linéaires de plusieurs forces appliquées à différents points ; — Sur l'usage des moments linéaires dans la recherche des équations d'équilibre d'un système invariable entièrement libre dans l'espace, — assujetti à certaines conditions.*

Dans ces divers mémoires, Cauchy a pour but d'établir les conditions générales de l'équilibre des systèmes en partant du point de vue purement statique : il donne d'abord une démonstration ingénieuse du parallélogramme des forces, dont M. Darboux a montré les *postulata* dans ses notes sur la Mécanique de Despeyrous. Puis il en déduit les diverses formules analytiques qui se rapportent à la composition et à l'équilibre des forces agissant en un point.

La théorie des *moments linéaires* n'est au fond que la *théorie des couples* de Poinsot, mais sous une forme purement algébrique ; elle a passé depuis, comme complément de cette dernière, dans plusieurs traités de mécanique. Cauchy introduit une très grande précision dans la définition, le signe, le sens des rotations, des moments, ce qui l'entraîne en d'assez grandes longueurs ; puis, s'appuyant sur divers principes qu'il regarde comme évidents, mais qui sont au fond de vrais *postulats,* il établit les conditions d'équilibre d'un système de forces appliquées à un corps solide, soit libre, soit soumis à des conditions déterminées, et les exprime analytiquement. Cette théorie, très ingénieusement présentée, est plus simple peut-être que celle de Poinsot et d'une remarquable élégance au point de vue de l'analyse.

Mais la plus grande partie du volume est consacrée à la *théorie des résidus,* qui forme la matière de plus de dix articles

différents. Ces travaux présentent aujourd'hui un intérêt qui, pour être rétrospectif, n'en est pas moins très puissant, parce que le lecteur au courant des théories modernes sur les fonctions des variables imaginaires peut y suivre la marche progressive des idées de Cauchy vers les principes qu'il développa en 1846 et qui jouent un rôle si capital dans l'analyse actuelle. Les notions développées dans l'*Analyse algébrique,* le mémoire couronné de 1814 sur les intégrales définies, le mémoire de 1825 sur les intégrales prises entre des limites imaginaires, etc., appartenaient déjà à cet ordre de recherches qui devait tenir une si grande place dans la vie de Cauchy.

Dans un premier article, *Sur un nouveau genre de calcul analogue au calcul infinitésimal,* Cauchy expose les définitions et les propriétés fondamentales des résidus, tels qu'il les considérait à cette époque; il donne la manière de calculer les résidus d'une fonction pour les divers infinis simples ou multiples compris dans une région donnée, et le résidu qu'il appelle *intégral.* Déjà deux belles applications à la décomposition des fractions rationnelles et à la formule d'interpolation de Lagrange mettent en lumière la fécondité de cette idée profonde.

Un autre article est consacré à déduire, des principes exposés dans le premier, une formule très générale, donnant la somme d'une suite finie où entrent deux fonctions arbitraires de deux variables qui se confondent après les calculs effectués. La formule renferme, comme cas particuliers, un grand nombre de résultats intéressants dont plusieurs étaient déjà connus.

Les *intégrales extraordinaires,* sujet d'un autre article, se rattachent encore à la théorie des résidus, et servent à calculer les valeurs d'un grand nombre d'intégrales définies par des formules générales.

Dans son *Mémoire sur l'influence que peut avoir sur la valeur d'une intégrale double l'ordre dans lequel on effectue les intégrations,* nous retrouvons encore des principes en liaison étroite avec le calcul des résidus. Les théorèmes principaux qui résument toute la théorie ici exposée (et qui n'est, au fond, que celle du mémoire de 1814) sont, sous une forme encore imparfaite, identiques avec les principes sur les intégrales imaginaires étendues à un contour fermé qui embrasse des infinis de la fonction à intégrer. Or, l'évaluation de ces intégrales n'est qu'une question de résidus.

Le mémoire suivant : *Sur diverses relations qui existent entre les résidus des fonctions et les intégrales définies,* manifeste dans

les idées de Cauchy un pas en avant dans la voie du mémoire précédent. Cauchy examine le cas où une fonction de variable imaginaire admet des infinis simples ou multiples dans un contour rectangulaire et fait voir que l'intégrale étendue à ce contour (ou chacune de ses parties) s'obtient sans difficulté au moyen du résidu intégral ou de la somme des résidus de la fonction relatifs aux divers infinis. C'est presque le théorème de 1846, sauf la généralité du contour.

Un quatrième article présente l'application de la formule fondamentale du calcul des résidus à la décomposition d'une fonction transcendante en une suite infinie de fractions rationnelles; c'est encore une des belles découvertes de Cauchy, par l'importante application qui en a été faite aux fonctions elliptiques.

Le mémoire *Sur quelques transformations applicables aux résidus des fonctions et sur le changement de variable indépendante dans le calcul des résidus* contient, comme partie principale, la solution d'un problème important pour les applications: la variable imaginaire étant prise elle-même pour fontion d'une autre, comment calculera-t-on le résidu de la fonction primitive pour un infini donné, après la substitution? Cauchy donne les formules qui résolvent le problème et en tire des conséquences intéressantes.

L'article intitulé *Application du calcul des résidus à l'intégration des équations différentielles linéaires* montre encore une belle application de la méthode des résidus, application que Cauchy a plus tard généralisée et perfectionnée. Il s'agit de l'intégration des équations linéaires à coefficients constants. L'avantage que présente la méthode de Cauchy consiste en ce que l'on procède par formules générales, applicables à tous les cas, sans qu'on ait à distinguer les racines multiples des racines simples dans les équations auxiliaires. Briot a admirablement exposé cette belle méthode au début de ses recherches sur la théorie de la lumière.

Dans un article étendu *Sur les limites placées à droite et à gauche,* etc., Cauchy étend les notations du calcul des résidus au cas où l'on doit exprimer le résidu d'une fonction relatif aux infinis compris dans une région limitée, soit par des parallèles aux axes, soit par des arcs de cercle et des rayons, ou par des arcs de courbe quelconques, et il applique ce système de notations au cas où l'on effectue un changement de variables. Il obtient ainsi des formules qui renferment toutes celles qu'il

avait déjà données pour la recherche des intégrales définies, dans ses précédents mémoires, et s'élève ainsi peu à peu vers les théorèmes généraux de 1846.

Enfin, le dernier article du volume est encore consacré au calcul des résidus; c'est une application ingénieuse, d'une fécondité remarquable, de ce calcul à la détermination d'une somme de fonctions semblables des racines d'une équation, soit algébrique, soit transcendante. De là Cauchy tire diverses séries numériques intéressantes dont il donne la somme au moyen de sa formule.

Ce mémoire, comme presque tous ceux dont nous venons de parler, ne présente pas seulement de l'intérêt au point de vue de la marche progressive des idées de Cauchy. Pour les jeunes gens qui s'appliquent à la théorie actuelle des fonctions, il y a là un sujet d'études bien intéressant et bien profitable; il s'agirait de reconstituer ces belles et nombreuses applications du calcul des résidus en se servant des théories sous leur forme actuelle qui en facilitent singulièrement l'accès. Pour les maîtres, il y a là également une source féconde de leçons intéressantes.

Nous signalerons encore, dans un autre ordre d'idées, le mémoire *Sur la nature des racines de quelques équations transcendantes.* On rencontre dans les applications de l'analyse à la physique mathématique certaines équations dont les racines servent à former les arguments des termes d'une série indéfinie, et doivent par conséquent être réelles et en nombre infini; il ne peut y avoir de racines imaginaires, sans quoi la forme de la solution ne convient pas au problème. La discussion de ces circonstances offre des difficultés que ni Fourier, ni Poisson n'avaient réussi à éclaircir complètement. Cauchy, abordant des équations transcendantes de cette espèce par une méthode générale et très ingénieuse, établit les conditions pour qu'elles n'aient que des racines réelles et en nombre infini. Ce mémoire, assez étendu, mérite d'être lu pour lui-même, bien que les questions de physique dans lesquelles le problème se présente fournissent aujourd'hui une méthode très simple et très élégante pour démontrer la non-existence des racines imaginaires.

De l'exécution typographique de ce bel ouvrage, nous n'avons rien à dire, qu'à répéter ce que nous avons dit déjà à propos des volumes parus: elle est digne du grand géomètre dont le nom orne la couverture; de l'Académie des sciences qui en a accepté la direction scientifique; des éditeurs, MM. Gauthier-Villars et fils, dont le nom dispense d'insister.

Ph. G.

V

Traité d'analyse, par H. Laurent, examinateur d'admission à l'École polytechnique. Tome IV : Calcul intégral. Théorie des fonctions algébriques et de leurs intégrales. 1 vol. in-8° de 454 pages. Paris, Gauthier-Villars et fils ; 1889.

La publication du grand traité d'Analyse de M. Laurent suit régulièrement son cours. Le quatrième volume vient de paraître (1). Au fur et à mesure que l'ouvrage avance, l'intérêt s'accroît, en raison du nombre des théories et des aperçus qui n'ont pas jusqu'ici trouvé place dans les livres classiques, et qui enrichissent celui-ci. Ce n'est pas le moindre mérite de M. Laurent que de les avoir fait sortir des Mémoires originaux où les avaient exposés leurs inventeurs, pour leur donner la forme didactique sans laquelle ils n'auraient su devenir un objet d'étude courante. Cette observation s'applique, avec particulièrement de force, aux travaux de Riemann dont il sera parlé plus loin.

Le premier quart du volume que nous analysons aujourd'hui est consacré à l'étude des fonctions et des courbes algébriques. Un premier chapitre contient la théorie des fonctions synectiques de plusieurs variables, selon les idées de M. Weierstrass, avec un résumé intéressant des remarquables travaux de M. Poincaré sur les intégrales doubles des fonctions de variables imaginaires. Le chapitre suivant est un abrégé de la théorie des fonctions algébriques d'après les travaux de Puiseux. En raison de l'intérêt qu'elles présentent au point de vue de l'étude des fonctions algébriques, M. Laurent consacre un chapitre aux principales transformations des courbes planes (homographie, dualité, transformations quadratiques, rationnelles, etc...), démontrant, entre autres, l'important théorème de la conservation du genre dans les transformations rationnelles, et appliquant les résultats obtenus à la réduction des fonctions algébriques. L'occasion était trop tentante pour l'auteur, à la suite de cet exposé, de signaler quelques applications géométriques des doctrines y contenues, pour qu'il la laissât échapper. Et de fait, le lecteur n'a pas à regretter cette petite digression, qui lui permet, en particulier, d'approfondir la théorie de la transformation par rayons vec-

(1) Pour les trois premiers volumes, voir les livraisons de la *Revue* de janvier 1886, juillet 1887 et avril 1888.

teurs réciproques, y compris les propriétés des surfaces anallagmatiques.

Tout ce qui précède peut être considéré comme une introduction à l'étude des transcendantes engendrées par l'intégration définie, qui s'ouvre avec le chapitre v. Après quelques généralités sur les fonctions implicites définies par des équations différentielles, l'auteur examine les transcendantes auxquelles conduit l'intégration des fonctions rationnelles, des fonctions algébriques de genre zéro et de genre un, et démontre, d'après Liouville, l'impossibilité d'exprimer les fonctions abéliennes au moyen des signes ordinaires de l'algèbre. Le chapitre se termine par le célèbre théorème d'Abel, que M. Laurent applique aussitôt à un système hyperelliptique et dont il fait connaître une généralisation.

Dans le chapitre vi, l'auteur expose la théorie des intégrales elliptiques telle qu'elle a été fondée à l'époque de Legendre, y compris le problème de la transformation et son application à la réduction des intégrales elliptiques. Suit la théorie des fonctions elliptiques (chap. vii) exposée au moyen des méthodes rapides inaugurées par Cauchy.

Après cette étude directe, M. Laurent se place au point de vue plus élevé de la théorie générale des fonctions doublement périodiques pour en déduire d'une façon systématique les propriétés des fonctions elliptiques. Ce chapitre viii renferme un exposé très suffisamment complet de la théorie des fonctions auxiliaires. A propos du théorème de Liouville sur la possibilité d'exprimer, au moyen d'une fonction du second ordre et de sa dérivée, toute fonction possédant les mêmes périodes, signalons un perfectionnement dû à M. Laurent, à savoir la forme même de cette expression, que Liouville n'avait pas donnée. La formule de M. Laurent résout le problème de la transformation comme l'entendait Jabobi.

Le problème de la transformation se trouve d'ailleurs développé dans le chapitre suivant (ix), qui est relatif aux fonctions modulaires et renferme entre autres deux importants théorèmes de M. Picard.

Le chapitre x est consacré à des applications géométriques de la théorie des fonctions elliptiques (théorèmes de Fagnano, Graves, Mac-Cullagh, Chasles, Landen, courbes de J.-A. Serret, roulette de Delaunay,...). Nous signalerons une bien jolie démonstration du théorème de Poncelet sur les polygones inscrits et circonscrits à deux coniques, démonstration qui, d'après ce que

nous dit l'auteur dans sa préface, doit être attribuée à M. Hermite, et d'élégantes études sur les courbes du troisième ordre et sur les biquadratiques gauches. Après ces applications, l'auteur a placé un résumé des principales formules elliptiques et les énoncés d'un certain nombre d'exercices.

M. Laurent se contente, à la suite de ceux-ci, de donner une simple mention à la fonction p de M. Weierstrass, en renvoyant le lecteur désireux d'approfondir le sujet au grand traité de M. Halphen. Nous aurions voulu quelque chose de plus. Il nous semble que, dans un ouvrage comme celui de M. Laurent, qui présente un résumé des théories modernes de la science, la doctrine de M. Weierstrass aurait droit à mieux que cela. Nous ne prétendons point qu'elle dût faire écarter l'ancienne théorie. C'est en se servant des fonctions admises par celle-ci comme fondamentales que Jacobi, que Cauchy, qu'Hermite ont écrit leurs immortels travaux; cela seul suffit à sauvegarder ses droits. Il n'en est pas moins vrai que la théorie de M. Weierstrass présente d'incontestables avantages, et que quiconque est désireux de poursuivre ses études sur les fonctions elliptiques doit aujourd'hui la connaître. Les remarquables applications que M. Halphen vient d'en faire dans le second volume de son grand Traité sont bien faites assurément pour confirmer une telle opinion.

On pourrait répondre à ce que nous venons de dire qu'un étudiant possédant à fond les théories de Cauchy, de Jacobi et d'Hermite sera en mesure, lorsqu'il connaîtra la définition de la fonction p de M. Weierstrass, d'en établir lui-même les propriétés fondamentales; nous n'en disconvenons pas, mais nous n'y voyons pas une raison suffisante pour que celles-ci soient complètement laissées de côté.

Le volume se termine par un chapitre étendu consacré à l'étude des fonctions abéliennes d'après les méthodes de Riemann. L'auteur indique la manière de construire une surface de Riemann relative à une fonction algébrique quelconque, et, ce qui ne nous semble avoir jamais été donné dans un ouvrage français, le moyen de découper cette surface de façon à la rendre *monadelphe* (c'est par ce mot que M. Laurent traduit l'expression *Einfach zusammen hagend)*. Ce résumé rendra, croyons-nous, de très grands services à ceux qui voudront connaître les théories de Riemann, si difficiles à lire dans l'original. Bien des personnes que rebutait cette difficulté vont pouvoir, grâce à l'exposé si clair de M. Laurent, s'initier à cette importante doctrine. Ce

dernier chapitre, d'un intérêt très soutenu, fait le plus grand honneur à l'auteur et ne constitue pas un des moindres attraits de son œuvre.

Le peu que nous avons dit suffira sans doute à faire sentir de quelle utilité sera le Traité de M. Laurent à tous ceux qui veulent élargir le cercle de leurs connaissances en mathématiques, s'initier aux théories modernes de la science, et qui n'ont point le temps d'étudier les mémoires originaux, d'une lecture souvent, d'ailleurs, fort peu commode. M. Laurent en a fait pour eux le dépouillement ; c'est de quoi on ne saurait trop lui savoir gré.

M. d'Ocagne.

VI

Recueil d'exercices sur la mécanique rationnelle a l'usage des candidats a la licence et a l'agrégation des sciences mathématiques, par A. de Saint-Germain, doyen de la Faculté des sciences de Caen. Deuxième édition, entièrement refondue ; 1 vol. in-8° de x-560 pages ; Paris, Gauthier-Villars et fils, 1889.

Le livre dont M. de Saint-Germain nous donne une nouvelle édition est, depuis longtemps, classique en France. Il se trouve entre les mains de tous les étudiants en mathématiques, à qui il rend les plus grands services. " Un dictionnaire sans exemples, dit Larousse, est un squelette. „ On en peut presque dire autant d'un Cours de mécanique non complété par des exercices. Celui qui aurait étudié les théories de la mécanique sans chercher à les appliquer, serait à peu près dans le cas d'un homme qui aurait pâli sur toutes les méthodes de jeu d'échecs sans avoir jamais essayé de pousser un pion. Il n'est aucune science dont on puisse dire avec plus de raison que de la mécanique, que la théorie ne devient tout à fait claire que lorsqu'on en fait des applications. D'une manière générale, un recueil d'exercices sur la mécanique est donc un auxiliaire indispensable pour toute personne cherchant à s'assimiler les principes de cette science. Mais, à un point de vue plus particulier, le livre de M. de Saint-Germain est le meilleur guide auquel puissent se confier ceux qui se préparent aux examens de la licence et de l'agrégation de l'Université de France. L'expérience en a déjà été faite par plusieurs générations d'étudiants; elle se perpétuera avec la nou-

velle édition, qui d'ailleurs est beaucoup plus complète que la précédente et met l'ouvrage au niveau des plus récents progrès de la science.

Rappelons que l'ouvrage comprend trois sections principales : Statique — Cinématique — Dynamique, subdivisées en plusieurs chapitres.

Le choix des exercices est des plus heureux; ceux-ci ne laissent rien à désirer sous le rapport de la variété et de l'intérêt; la solution en est toujours poussée aussi loin que possible et complétée par une discussion très serrée. Pour nuls problèmes, plus que pour ceux de la mécanique, la discussion ne présente de l'importance. Il s'agit là, en effet, de faire ressortir des formules algébriques les conditions du phénomène que l'on étudie, et qui, après tout, constituent le véritable but qu'on se propose. Dans cet ordre d'idées l'analyse n'est qu'un moyen; l'essentiel est de se rendre compte de l'interprétation du résultat auquel elle aboutit. M. de Saint-Germain a toujours la préoccupation de le faire dans le plus grand détail. Il ne s'en remet pas de ce soin à la sagacité du lecteur qui, étant supposé un étudiant, pourrait s'en trouver parfois fort embarrassé.

L'auteur, afin d'éviter la sécheresse, qui est assez souvent le caractère de ce genre d'ouvrages, ne s'interdit pas à l'occasion — le plus souvent possible — de faire une petite incursion dans le domaine de la théorie, sur les points particulièrement délicats et présentant un attrait spécial.

C'est ainsi que les questions qu'il aborde relativement à l'équilibre astatique, au théorème de Minding, au potentiel, aux tautochrones et aux brachistochrones, au mouvement apparent d'un point pesant à la surface du globe, au mouvement d'un solide autour d'un axe ou d'un point fixe (1), etc..... ne constituent pas à proprement parler des exercices; mais ce sont des questions qui ne reçoivent pas toujours, dans les cours, des développements suffisants et sur lesquelles il est bon d'entrer dans quelques détails.

Les géomètres liront certainement avec beaucoup de plaisir ce que dit sur ces divers sujets M. de Saint-Germain, dont l'analyse est toujours fort élégante.

Parmi les innovations de la nouvelle édition, nous ne saurions passer sous silence les solutions de tous les problèmes de méca-

(1) Sur cette question particulière M. de Saint-Germain a publié une petite brochure qui est en vente à la librairie Gauthier-Villars et qui contient tout ce qu'ont besoin d'en savoir les candidats à la licence.

nique proposés depuis 1879 aux concours de l'agrégation, solutions qui sont particulièrement soignées.

M. de Saint-Germain s'est également attaché aux mouvements à la Poinsot, sur lesquels les récents travaux de plusieurs géomètres, et principalement de MM. Darboux, Halphen, et le comte de Sparre, ont vivement attiré l'attention du public mathématique.

Citons enfin l'application des équations de Lagrange à la théorie du gyroscope de Foucault, pour laquelle l'auteur s'inspire du beau mémoire de M. Gilbert paru dans les *Annales de la Société scientifique de Bruxelles* (1), et trois applications du célèbre théorème de Jacobi sur l'intégration des équations canoniques.

Nous résumerons notre opinion sur le livre de M. de Saint-Germain en disant que, comme recueil d'exercices, il ne nous semble rien laisser à désirer, et qu'indépendamment de l'utilité qu'il a de ce chef, il présente au point de vue général un très réel intérêt. Les étudiants le consulteront pour le grand profit qu'ils auront à en retirer; les géomètres feront bien de le lire pour leur satisfaction personnelle.

M. D'OCAGNE.

VII

ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES pour l'an 1889. — Un vol. in-18 de IX-830 p. — Paris, Gauthier-Villars.

La partie technique de l'*Annuaire* de 1889 ne diffère que par un petit nombre de détails de celle de l'Annuaire précédent. Indiquons rapidement ces légères différences.

On se rappelle que, à partir de 1888, la Commission de l'Annuaire y établit une sorte de roulement entre certains articles spéciaux qui, n'impliquant pas de changements sensibles d'une année à l'autre, sont publiés une seule fois et successivement pour plusieurs années, devant revenir à tour de rôle lorsque la marche de la science y aura introduit des modifications importantes.

Ainsi l'article *Géographie et Statistique* de l'Annuaire de 1887 avait été réduit, pour 1888, aux principaux tableaux récapitulatifs, afin d'éviter la reproduction, pure et simple, ou à peu près, de la publication de l'année précédente.

(1) T. VI et VII (1882 et 1883).

Pour 1889, le Tableau des comètes, dû à MM. Lœwy et Schulhof, complète celui de l'Annuaire de 1888 qui comprenait les ans 1845 à 1849 inclus et 1886 : il comprend, en effet, les années 1838 à 1844 et 1887.

A ses articles concernant les calendriers et la construction pratique du cadran solaire, qui ont été maintenus, M. Cornu a ajouté : une Note sur l'usage du baromètre anéroïde, une autre Note sur la température neutre des couples thermo-électriques, un Tableau de l'élasticité des solides.

M. Lœwy donne pour 1889, comme il l'avait donné pour 1888, mais d'une manière plus détaillée et plus complète : le Tableau de l'aspect des planètes, un Tableau d'étoiles variables établi d'après le catalogue de Chandler, un Tableau des positions moyennes d'étoiles établi d'après les observations photométriques de M. Ed.-C. Pickering.

On a réduit la partie de l'Annuaire concernant la thermochimie, en se bornant à la publication des tableaux les plus importants. Il fallait faire de la place pour les nombreuses et importantes Notices dont nous allons parler.

Elles sont au nombre de six.

La sixième, même, commence une périodicité spéciale ; elle consiste dans la *Revue des principaux travaux du Bureau des longitudes* pendant l'année précédente, et sera suivie désormais, chaque année, d'une notice similaire rendant compte du travail de l'année écoulée. Cette sixième Notice du recueil de 1889 constitue donc une innovation. En tant que telle, nous avons tenu à la signaler tout d'abord. Il en sera parlé plus en détail à son rang d'ordre.

I. — *Sur les quatre sessions de l'*Association géodésique internationale, *à Paris, Berlin, Nice et Salzbourg,* par M. Faye. — C'est un peu l'histoire même de la *Géodésie,* ou art de mesurer la Terre, que retrace ici l'éminent président du Bureau des longitudes. On peut dire que la Géodésie moderne, la seule digne de ce nom, a commencé au XVIIe siècle, lorsque l'astronome Jean Picard s'avisa d'adapter des lunettes aux instruments de mesure des angles, et proposa de mesurer une chaîne de triangles allant de Dunkerque à Perpignan en passant par Paris, et d'appuyer sur cette base une triangulation générale de la France. Grâce aux instruments et aux méthodes de Picard, Jean-Dominique Cassini et Lacaille purent réaliser cette vaste opération, à l'aide de laquelle Jacques et César Cassini, fils et petit-fils du premier,

dressèrent leur belle carte de France qui, jusqu'à celle que levèrent, dans la première moitié de ce siècle, les officiers d'état-major, passait à bon droit pour le chef-d'œuvre du genre.

Pour arriver à la construction de cette dernière, qui a été dressée au 1/80 000e, nos officiers procédèrent d'abord par une gigantesque triangulation faite dans les conditions suivantes : la France — telle qu'elle existait, bien entendu, avant 1870 — fut partagée en une vingtaine de quadrilatères ayant pour côtés des chaînes de triangles dirigées du nord au sud, et de l'est à l'ouest, suivant des méridiens et des parallèles. Chacun de ces quadrilatères fut successivement l'objet de triangulations spéciales par le tracé intérieur de triangles de premier ordre d'abord, puis de second et de troisième ordre. Et c'est lorsque cet immense réseau trigonométrique fut complet que l'on appuya sur eux les travaux de topographie et d'arpentage.

Cependant l'élan était puissamment donné dans le monde civilisé aux travaux de cette nature ; et tandis que nous nous reposions, en France, un peu négligemment sur nos lauriers, ils progressaient activement à l'étranger. Sans parler de l'Espagne, de l'Italie, de l'Autriche, du Danemark, pays qui tous s'étaient mis à l'œuvre, la Russie, mettant à profit les mesures prises par une commission française, au XVIIIe siècle, près du pôle nord, en Laponie, englobait celles-ci dans une vaste chaîne de triangles, et poussait jusqu'au 45e parallèle la mesure d'un arc de méridien.

Bientôt l'on s'aperçut que les progrès mêmes de la géodésie donnaient de plus en plus à celle-ci un caractère cosmopolite. De là naquit une première Association géodésique internationale entre savants des diverses nationalités de l'Europe. Sur l'initiative du Bureau des longitudes agissant à la sollicitation des officiers d'état-major français, le gouvernement de la France adhéra à l'" Association pour la mesure des degrés en Europe „ et obtint que la session de 1875 eût lieu à Paris.

A la lecture des rapports sur les travaux exécutés dans les différents États, le caractère international de la géodésie s'accentua de plus en plus. Chaque nation avait, à un moment donné, besoin de s'entendre avec une ou plusieurs nations voisines pour compléter ses propres opérations. Il fallait à la Russie, pour mener à bien la mesure d'un arc de parallèle de 52°, le concours de l'Angleterre pour 13°, de la Belgique pour 5°, de la Prusse pour 12°. La France, — pour prolonger sa méridienne, au nord jusqu'aux dernières îles britanniques, au sud,

à travers l'Espagne, jusqu'à la Méditerranée, et de là, à travers cette mer, jusqu'à nos triangulations d'Algérie et par elles jusqu'au Sahara, — avait besoin de s'entendre avec l'Espagne et l'Angleterre. Celle-ci, d'ailleurs, avait mesuré, dans l'Inde, un arc de méridien de 21°, et établi l'intensité de la pesanteur sur les hauts plateaux de l'Himalaya, tandis que les Américains du Nord avaient couvert l'immense territoire des États-Unis de canevas trigonométriques " appelés à jouer un grand rôle dans l'étude de la figure de la Terre ".

La Géodésie se révélait donc non seulement européenne, mais universelle. Il ne s'agissait plus seulement de s'associer pour la mesure des degrés en Europe, mais bien " pour la mesure de la Terre entière ". L'Association européenne fut profondément modifiée; ou mieux, de ses éléments fut formée une association nouvelle, sur le modèle de l'Association internationale du système métrique; et une commission permanente, composée de membres de divers États, fut chargée de la diriger. Sa première session annuelle a eu lieu à Berlin en octobre 1886.

La seconde, celle d'octobre 1887, a été tenue dans le magnifique observatoire créé et entretenu à Nice sous la direction du Bureau des longitudes, grâce à la munificence et au dévouement à la science d'un riche particulier, M. Bischoffsheim. L'Association voulait ainsi rendre hommage à un zèle aussi louable, et reconnaître le magnifique résultat dû à une seule initiative privée.

Trois faits, importants à des points de vue divers, ressortent de cette session.

Le regretté général Perrier, du Bureau des longitudes, la santé perdue par les fatigues endurées au service de son pays et de la science, a fait entendre son chant du cygne en rendant compte des travaux par lesquels la méridienne de Paris avait atteint le bord septentrional du Sahara. Il est mort peu de temps après.

Sa Majesté Don Pedro, empereur du Brésil, fit lire une déclaration annonçant la collaboration officielle du vaste pays dont il est le souverain désormais acquise à l'Association. Fait considérable et qui comble une lacune bien fâcheuse: car, seul jusqu'alors, le continent sud-américain, — si l'on excepte un petit arc mesuré au Pérou par des académiciens français du siècle dernier, — manquait dans les mesures établissant la figure et les dimensions de l'ellipsoïde terrestre. A cette occasion, le savant président du Bureau des longitudes insiste sur cette considération, que les questions ressortant de la mesure de la Terre ainsi généralisée touchent de très près à la physique du globe et à la géo-

logie : naturellement il y trouve une confirmation de ses propres idées à l'encontre de celles des savants qui professent des théories différentes des siennes, notamment en ce qui concerne le refroidissement du noyau incandescent, qui progresserait " plus rapidement et plus profondément sous les mers que sous les continents ".

Une autre branche importante de la question géodésique a été mise en lumière à la session de Nice : c'est celle du nivellement général et de précision des grands États rapporté au niveau moyen des mers, à laquelle se relie l'étude de la pesanteur au moyen du pendule oscillant de Galilée et d'Huyghens. Obligé de nous borner, nous ne pouvons pas entrer dans les détails ; chacun d'ailleurs voudra les lire dans la Notice elle-même.

C'est en Autriche, à Salzbourg, que s'est tenue la troisième session annuelle de l'Association. Le délégué français, lieutenant-colonel Bassot, a rendu compte des travaux ayant eu pour objet la revision de la méridienne de Dunkerque à Perpignan. — M. Bouquet de la Grye, de l'Institut, ingénieur hydrographe, et également délégué français, a fait connaître ses travaux relatifs au levé hydrographique de la Tunisie ainsi qu'à d'autres opérations sur les côtes occidentales d'Afrique et d'Espagne. — Le général Ferrero, italien, membre de la Commission permanente, a présenté un rapport, avec superbe carte à l'appui, sur l'ensemble des triangulations effectuées sur toute la surface de l'Europe. — Le major R. von Sterneck (Autriche) a donné des détails d'un grand intérêt sur les mesures du pendule et de la pesanteur. M. Faye en tire une nouvelle confirmation de sa théorie des compensations dans l'écorce terrestre, qu'il prétend être désormais hors de discussion.

Écrivain et narrateur aussi littéraire que savant distingué, l'historiographe de l'Association géodésique internationale termine sa Notice en constatant la parfaite courtoisie et les sentiments de bienveillance réciproque qui n'ont cessé de régner, dans toutes les sessions, entre savants des nationalités les plus diverses, convergeant tous vers un but commun autant qu'élevé : la marche de la civilisation vers la conquête pacifique du monde.

II. — *Notice sur la mesure des masses en astronomie,* par M. F. Tisserand. — On se figure encore assez facilement, dans le grand public, que la science puisse parvenir à déterminer la distance de la Terre aux autres astres de notre système solaire, et de ces

astres entre eux. Pour peu que l'on ait acquis sur les bancs quelques notions de trigonométrie élémentaire, on arrive sans trop de peine à se figurer, à *concevoir* que, connaissant la longueur du diamètre de la Terre ou de son orbite, on puisse mesurer les angles formés par ces longueurs et les rayons visuels joignant leurs deux extrémités au centre de l'astre dont on veut déterminer la distance, et, de ces mesures, connaître sa parallaxe. La notion de la masse ou plutôt du *poids* des astres est plus difficile à saisir. Le poids d'un corps quelconque à notre portée correspond à l'effort nécessaire pour le soutenir au-dessus du sol terrestre et l'empêcher d'y tomber. Mais comment concevoir et surtout mesurer le poids de la Terre elle-même et des astres tels que la Lune, le Soleil, les planètes, etc? Cette difficulté provient de l'habitude où l'on est de ne considérer le poids ou la masse des corps qu'à ce seul point de vue particulier de l'effort nécessaire pour les soutenir élevés au-dessus de terre. On comprend aisément que la *masse* d'un objet soit déterminée par son poids : si l'on considère, par exemple, trois sphères ou billes de rayon égal, mais faites de matières différentes, de telle sorte que la bille *a* pèse 1, la bille *b* pèse 2, et la bille *c* pèse 3, on saisit tout de suite que, de ces trois objets, le second a une masse double, et le troisième une masse triple de la masse du premier. Mais comment déterminer le chiffre exprimant le rapport de la masse du globe terrestre à la masse du globe lunaire, ou du globe solaire, ou de tout autre astre? En généralisant la notion de masse par l'introduction de la considération des mouvements qu'une force donnée peut produire sur des corps différents. Une force constante, agissant sans interruption sur un mobile, s'ajoute sans cesse à elle-même et produit une accélération uniforme dans la vitesse de ce mobile; et l'on démontre en mécanique que la valeur de cette force est représentée par le produit de la masse du mobile multipliée par l'accélération de sa vitesse. Si donc l'on connaît deux de ces trois termes, on peut en déduire le troisième. Or on connaît la valeur des forces composantes dont la résultante est le mouvement de translation des planètes et satellites chacun sur son orbite. La Lune, par exemple, si on la suppose, abstractivement, soumise à la seule attraction de la Terre en un point donné de son orbite, se dirigerait en ligne droite vers la Terre d'une quantité connue en l'unité de temps : si au contraire on suppose notre satellite, à partir du même point, soumis à la seule vitesse qu'il possède, il se dirigerait suivant la tangente à l'orbite en ce point. En réalité, il aura par-

couru, en l'unité de temps, un arc d'ellipse, résultante des deux vitesses combinées; et son point d'arrivée sur l'orbite indiquera la quantité dont il serait tombé vers le centre de la Terre, s'il fût parti du point où il serait arrivé sur la tangente. On a ainsi toutes les données nécessaires pour calculer l'intensité de la force qui ferait tomber la Lune sur la Terre, si cette force n'était contre-balancée par une autre; on connaît aussi l'accélération de la vitesse de tout corps soumis à l'action de la pesanteur vers la Terre à partir d'une distance donnée. Par conséquent l'on possède finalement deux des trois termes de la relation dont nous parlions tout à l'heure, et dans laquelle l'inconnue est précisément la masse cherchée rapportée à celle de la Terre prise pour unité.

Par des considérations semblables on arrive à calculer la masse du Soleil, que l'on trouve être de 323 000, celle de la Terre étant 1.

Connaissant la valeur des grands axes des orbites des planètes et de leurs satellites, on peut, par le même procédé, calculer les masses des unes et des autres. On trouve ainsi que la masse de Jupiter est, par rapport à celle du Soleil, représentée par la fraction $\frac{1}{1047,232}$ (en nombre rond $\frac{1}{1047}$) et, par rapport à celle de la Terre, par le nombre entier 310. Pour Saturne, les chiffres correspondants seraient $\frac{1}{3500}$ et 93; pour Uranus et Neptune, $\frac{1}{22600}$ et 14, $\frac{1}{19380}$ et 17; pour Mars, en nombres ronds, $\frac{1}{3\,100\,000}$ et $\frac{1}{10}$.

D autres procédés encore, — notamment, pour Jupiter, le calcul des déviations que cette planète a fait subir à la trajectoire de certaines comètes, — peuvent être employés pour déterminer la masse des différents corps compris dans notre système solaire; et M. Tisserand ne se rait pas faute de les décrire avec toute la clarté désirable. Il est conduit à exposer en particulier les procédés à l'aide desquels on détermine les masses de Mercure et de Vénus, et à toucher incidemment aux hypothèses, si peu vérifiées par l'observation, des planètes intramercurielles et du satellite de Vénus.

Les astéroïdes ou planètes télescopiques sont également l'objet de la Notice relativement à la détermination de leurs masses respectives, ce qui amène l'auteur, vu la faiblesse croissante de ces masses à mesure que le nombre de ces mêmes astres se mul-

tiplie, à ouvrir la conjecture d'une transition graduelle allant de ceux-ci jusqu'aux bolides et météorites, dont quelques-uns, rencontrés par la sphère d'attraction de notre globe, finissent par tomber sur lui.

C'est ensuite le tour des satellites des diverses planètes, puis celui de quelques étoiles dont les mouvements réels ont pu, grâce à la puissance et à la précision de nos instruments actuels, être déterminés au moins approximativement.

Le savant astronome explique aussi comment, du volume et des mouvements de notre Terre, on peut déduire sa masse, sa densité moyenne et, par suite, son poids rapporté à l'unité de volume de l'eau.

Enfin la Notice se termine par l'historique de la découverte du satellite brillant de Sirius, de la détermination des orbites de ces deux étoiles autour de leur commun centre de gravité, et de la vitesse de leurs mouvements sur ces orbites. D'après cela, le satellite aurait une masse égale à une fois et demie celle de notre Soleil, la masse de l'étoile principale du groupe étant triple de cette dernière, et la distance de Sirius à son compagnon étant un peu supérieure à celle d'Uranus au Soleil.

En esprit élevé au-dessus des préjugés et des conceptions étroites du vulgaire, notre auteur termine sa notice par cette remarque éminemment sensée, que si les découvertes astronomiques ont, peu à peu, singulièrement diminué l'importance matérielle de la Terre dans l'ensemble de la création, l'homme n'a pas à s'en juger lui-même diminué. Car à sa petitesse et à sa faiblesse physique il peut opposer sa raison, son intelligence, qui en lui permettant de connaître les merveilles de la création sidérale, font de lui, par là même, une création plus grande encore et plus merveilleuse que ces merveilles elles-mêmes.

III. — *Une expédition au massif du mont Blanc,* par M. J. Janssen. — L'oxygène existe-t-il réellement dans l'atmosphère du Soleil? ou bien les bandes et raies de ce gaz constatées sur le spectre solaire proviennent-elles seulement de l'oxygène contenu dans notre propre atmosphère? Pour résoudre cette question, il fallait d'abord pouvoir se livrer à l'examen spectroscopique du Soleil dans une atmosphère suffisamment raréfiée, pour établir, par voie de comparaison, ce que l'on constaterait si l'on pouvait asseoir le siège des observations à la limite même de notre atmosphère; il était nécessaire, ou du moins très important, de débarrasser le plus possible le spectre des raies de la vapeur

d'eau. Le seul moyen de réunir ces deux conditions était de placer la station d'observation à une haute altitude, en une époque déjà avancée de l'arrière-saison.

M. Janssen, directeur de l'observatoire de Meudon, par un dévouement à la science que, vu surtout son âge, il n'y a pas d'exagération à taxer d'héroïque, n'a pas craint de faire au mois d'octobre, c'est-à-dire par un hiver déjà intense en de telles régions, l'ascension du mont Blanc jusqu'au refuge dit des *Grands-Mulets*. Ce qu'il a eu à souffrir au milieu des neiges, des brouillards, des glaciers, des rochers abrupts et des précipices, les dangers qu'il a courus, les fatigues presque surhumaines qu'il a supportées, il raconte tout cela simplement, comme une chose très naturelle, et sans paraître se douter du mérite supérieur qu'il y a à s'exposer ainsi, alors surtout que la vigueur et le ressort de la jeunesse commencent à faire défaut, dans le seul but de servir la cause de la science (1). A une époque où la recherche du confortable, du bien-être et des jouissances paraît être la seule préoccupation, le seul objectif d'une part trop grande, hélas! de la jeune génération actuelle, on ne saurait assez louer le noble exemple que donne un savant comme M. Janssen, qui ne craint pas d'aller ainsi, au péril de sa santé et même de sa vie, à la conquête d'un fait scientifique.

Ses nobles efforts furent, au surplus, couronnés d'un plein succès. Le temps qui, durant l'ascension, s'était montré contraire, s'éclaircit durant la nuit : le 14 et jours suivants, un ciel d'une pureté admirable lui permit d'instituer, à l'aide des instruments dont il s'était fait accompagner, des séries d'observations qui furent faites dans des conditions excellentes. Après avoir constaté, premier point important, l'absence complète, dans le spectre, des raies et bandes de la vapeur d'eau, l'habile observateur reconnut, lors du passage du soleil au méridien, que les bandes de l'oxygène dans le rouge, le jaune et le bleu étaient totalement absentes du spectre, ce qui, au point de vue de ces bandes, permet déjà d'écarter l'action solaire. D'autre part, les lignes sombres des groupes A, B, α, dont la formation dépend d'une loi différente, ne se sont montrées qu'avec un très grand affaiblissement, qui permet de conclure à leur absolue disparition à partir de la limite de notre atmosphère.

(1) Partis de Chamounix le 12 octobre au matin, M. Janssen et son escorte arrivèrent le soir, pour coucher, au chalet de Pierre-Pointue. Le lendemain on se mit en route à 6 h. du matin, pour n'arriver aux Grands-Mulets, après avoir couru mille dangers, qu'en pleine nuit, ayant mis treize heures à faire un trajet qui ne demande que quatre ou cinq heures dans la belle saison!

De ces décisives opérations l'on peut conclure, non pas d'une manière absolue que l'oxygène n'existe pas dans l'atmosphère solaire, mais au moins qu'il n'y existe pas " à un état où il produirait les manifestations spectrales qu'il nous donne dans l'atmosphère terrestre ".

M. Janssen termine sa courte mais belle notice par quelques considérations dans lesquelles il entrevoit que l'astronomie physique, grâce à ses nouvelles méthodes et au concours des instruments de plus en plus puissants dont s'enrichissent peu à peu les observatoires, pourra élucider un jour le problème, vieux comme le monde, mais jusqu'ici insoluble, de l'*habitabilité* (non pas encore de l'habitation), du degré et du mode d'habitabilité des planètes de notre système. C'est une prévision peut-être un peu bien aventureuse.

IV. — *Une ascension au Pic de Ténériffe,* par M. Bouquet de la Grye, membre de l'Académie des sciences. — Cette quatrième notice a surtout un intérêt géographique. L'intrépide ingénieur-hydrographe, aujourd'hui membre de l'Institut, qui a accompli, il y a trois ans, la périlleuse ascension du pic du Teyde dans la principale des îles Canaries, n'en était pas à son coup d'essai. Alpiniste enthousiaste autant que savant émérite, sa vie s'est passée à parcourir tous les points marquants de notre globe; et le hardi voyageur que n'effrayait point, en 1882, l'altitude de 5700 mètres des sommets du Popocatepelt, n'était pas pour se laisser arrêter, en 1885, par les 3710 mètres de la plus haute pointe du Ténériffe. En mission à Saint-Louis du Sénégal à l'occasion de la pose d'un câble télégraphique entre cette ville et celle de Santa-Cruz, et ayant terminé ses opérations astronomiques dans cette dernière, il se trouvait avoir huit jours devant lui, avant le départ du paquebot qui devait le conduire à Cadix. Il voulut utiliser cet intervalle en gravissant le pic célèbre pour pouvoir mesurer la densité de la montagne.

C'est, non pas le compte rendu de l'opération, mais bien le récit, très pittoresque et semé de souvenirs historiques, de l'excursion elle-même qui nous est ici donné, après avoir fait l'objet d'un intéressant mémoire lu par l'auteur à la séance publique annuelle des cinq Académies, le 25 octobre dernier.

Le 14 mai 1885, escortés de six guides, M. Bouquet de la Grye et son secrétaire, M.Carbonnell, partirent le matin d'Orotava, et après une première étape de 7 à 8 heures, parvinrent à la *Estancia de los Ingleses,* immense cratère ou *cañada* de 20 kilo-

mètres de diamètre; dans l'intérieur duquel on parvient par une large coupure à 2700 mètres d'altitude. Description de cette vaste enceinte volcanique et des différents cônes d'éruption dont elle est parsemée, et que domine tous, comme un géant des nains, l'immense cône du Teyde, occupant à peu près le centre du cirque.

Après avoir passé la nuit à son pied, à l'altitude de 2960 mètres, on continua l'ascension sur les flancs du Teyde, par un sentier praticable encore aux chevaux, pour atteindre, au milieu des pierres ponces, des pouzzolanes et des coulées de basalte, un petit plateau, jadis lui aussi centre d'éruption, nommé *Alta Vista* (3260 mètres), où Piazzi Smith séjourna en 1856. On y voit encore des enceintes de pierre qu'il y avait construites et dans lesquelles on remisa les chevaux, qui ne pouvaient aller plus loin.

Le chargement de ces bêtes de somme dut être pris par les guides, et l'on commença, au sein d'un chaos de roches basaltiques, de blocs de scories et de neiges, la partie pénible de l'ascension. avec les yeux injectés de sang, les oreilles bourdonnantes, la gorge desséchée par une soif ardente, les mains bleuies par le froid sous un soleil cependant presque vertical. On parvient enfin à un troisième centre d'éruption, la *Rambleta,* de 80 mètres de largeur seulement, couvert de pouzzolanes, et laissant échapper de place en place de brûlantes vapeurs ; on y dresse la tente.

Encore une heure d'efforts courageux, en enfonçant à chaque pas et souvent jusqu'aux genoux dans la cendre volcanique, et les 160 mètres de hauteur séparant de la *Rambleta* le sommet du pic sont franchis. Ce sommet consiste en un dernier cratère, large de quarante mètres environ, profond au plus de vingt, sorte de solfatare remplie par les vapeurs s'échappant d'une centaine de fumerolles, et que, pendant la nuit, couronnent des flammes bleuâtres.

Outre les fatigues extrêmes et les souffrances, une telle ascension n'est pas sans danger ; souvent y surgissent des bourrasques capables d'enlever bêtes et gens comme des plumes. Redescendus à la *Rambleta,* M. Bouquet de la Grye et son secrétaire purent disposer leurs appareils, et malgré une fatigue extrême, employer six à sept heures à faire les observations et les expériences sur l'intensité de la pesanteur nécessaires à la détermination de la densité de la montagne.

La descente de celle-ci et le retour à Orotava se firent enfin, à

la grande satisfaction des guides, et ne demandèrent qu'une journée. L'auteur en accompagne le récit d'une foule de remarques piquantes sur les légendes auxquelles l'île et sa montagne ont donné lieu, et dont il fournit des explications aussi neuves que plausibles. Il termine par de curieuses indications sur la langue sifflée des bergers de Gomera, qui paraît être un débris de la langue perdue des anciens Guanches, et appelle l'attention des philologues sur ce reste d'un idiome en quelque sorte préhistorique. Si doux est d'autre part le climat des îles Canaries, si affable est le caractère de ses habitants, qu'il serait à désirer qu'on leur rendît le nom d'*Iles Fortunées* que leur avaient judicieusement donné les anciens.

V. — *Discours prononcé à l'inauguration de la statue d'Ampère* par M. Cornu, *au nom de l'Académie des sciences.* — Ce discours, prononcé à Lyon, le 8 octobre 1888, devant la statue érigée à Ampère sur la place Henri IV, aujourd'hui place Ampère, est un résumé éloquent de la vie et des travaux de ce philosophe géomètre, naturaliste et physicien, à qui l'électricité et les sciences dérivées d'elle doivent la part principale des immenses progrès qu'elles ont accomplis en ce siècle. Depuis la belle biographie qu'a écrite de ce génie, puissant autant que modeste, M. Valson, le dévoué doyen de la Faculté des sciences à l'université catholique de Lyon, la vie d'André-Marie Ampère est assez connue pour qu'il soit peu à propos d'en résumer ici les grandes lignes, rappelées par M. Cornu. Disons toutefois que le savant académicien a passé sous silence tout un côté de cette grande figure en dehors duquel elle n'est pas complète : nous voulons parler du côté religieux, qui tint une si grande place dans la vie d'Ampère. Il est vrai que l'orateur parlait devant le conseil municipal de Lyon, qui non seulement n'eût point compris un tel langage, mais eût cru y voir un outrage à la mémoire du savant et du grand homme. On peut se demander même, si ce n'est pas sans une arrière-pensée d'ironie que le représentant de l'Institut félicite les édiles lyonnais d'avoir su " élever leurs regards vers cet idéal de science et de désintéressement que personnifie si bien leur illustre compatriote ". Les conseillers municipaux de Lyon en 1888 se piquent peu, croyons-nous, d'idéal, moins encore de désintéressement; et généralement aussi érudits que *savants*, il est probable qu'ils n'eussent point voté l'érection de la statue d'Ampère sur une des places les plus fréquentées de la cité, s'ils eussent su que cet homme de génie avait été aussi un homme

profondément religieux, autrement dit un *clérical*, pour parler la logomachie du jour.

VI. — *Revue des principaux travaux du Bureau des longitudes en 1888;* par le secrétaire. — Le secrétaire pour 1888, c'était M. Tisserand, auteur de la 2e notice, sur la mesure des masses en astronomie. Énumérons par leurs traits essentiels les travaux dont il rend compte.

La Commission de la *Connaissance des temps,* composée de MM. Bouquet de la Grye, d'Abbadie et Tisserand, a avancé ses travaux au point d'avoir pu présenter, dès le 13 août 1888, à l'Académie des sciences, les volumes de 1889 et de 1890. De nombreuses améliorations ont été apportées à ces deux derniers volumes.

La construction des *Tables de la Lune* a été achevée d'après les données théoriques de Delaunay.

Pour répondre aux besoins de la marine marchande, M. Bouquet de la Grye a commencé la publication annuelle d'*Extraits de la connaissance des temps.*

Un *Observatoire* astronomique d'exercice à l'usage des marins et des voyageurs géographes a été créé en 1875 dans le parc de *Montsouris.* Des cours et des conférences y sont faits sous la haute direction de MM. l'amiral Mouchez et Lœwy. Les *Annales* du Bureau des longitudes, fondées depuis peu d'années, ont surtout pour objet la publication des observations faites à Montsouris.

L'*Observatoire de Nice*, dû, comme on l'a vu plus haut, à la générosité sans bornes de M. Bischoffsheim, a été placé par lui sous la haute direction du Bureau des longitudes. Énumération et description des puissants instruments que le Bureau y a fait construire et installer; travaux spéciaux de M. Fizeau, de M. Thollon et de M. Cornu sur la loi du changement des longueurs d'onde produit par le mouvement de la source lumineuse, de MM. Thollon et Gouy sur la comète *d* de 1882; installation d'une mire lointaine, observable de nuit, pour contrôler la stabilité du méridien.

La mission de M. Bouquet de la Grye au Sénégal, à Ténériffe et à San Fernando près Cadix, avait pour objet la *Détermination des longitudes* à Saint-Louis et Dakar au Sénégal, Saint-Louis et Santa-Cruz de Ténériffe, l'observatoire de San Fernando près Cadix. D'autre part, ce même savant, avec le concours du lieutenant-colonel Bassot et de M. Lœwy, a coopéré avec les astronomes anglais à la détermination à nouveau de la longitude Paris-Greenwich.

Par les soins du président du Bureau, M. Faye, la savante assemblée a été mise en mesure de présenter un projet de loi pour l'*Unification de l'heure en France, en Algérie et en Tunisie* par l'adoption officielle et légale de l'heure unique, temps moyen de Paris. Ce projet de loi est actuellement soumis au Parlement.

Pour la *Géodésie,* la Notice renvoie à la partie de celle de M. Faye relative au Congrès de Salzbourg, en y ajoutant la mention d'un projet d'expédition au Congo, proposée par M. d'Abbadie, pour la mesure d'un arc de méridien dans la région de l'équateur.

En *Astronomie proprement dite,* l'auteur s'occupe principalement des importantes observations de M. Perrotin et de M. Fizeau sur les phénomènes étranges de la planète Mars, notamment ses mystérieux canaux, et les explications fort plausibles fournies par ce dernier savant. La thèse exposée par le très regretté P. Carbonnelle dans le " grand texte „ de la précédente livraison de la *Revue des questions scientifiques,* sur une théorie de Lagrange, relative aux comètes, appliquée à l'origine des aérolithes, est indiquée sommairement d'après M. Faye.

Les résultats obtenus par M. Janssen à la suite des observations d'*analyse spectrale* faites par lui, tant au Pic du Midi qu'aux Grands-Mulets, sont exposés en deux pages que leur concision ne permet guère de résumer. Nous en dirons autant des travaux de M. Bouquet de la Grye sur la *Physique du globe,* et de MM. Bonnet et Tisserand sur la *Mécanique céleste.*

Cette *Revue* annuelle, nécessairement trop sommaire pour pouvoir être esquissée d'une manière complète dans un simple compte rendu, offre un grand intérêt à ce point de vue que, lue avec une attention réfléchie, elle met le public lettré au courant de la marche et des progrès incessants de toutes les sciences, tant d'application que de théorie pure, qui rentrent dans le domaine de l'astronomie. C'est là une amélioration considérable dans la composition de l'*Annuaire* du Bureau des longitudes.

JEAN D'ESTIENNE.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

SCIENCES INDUSTRIELLES

L'emploi de l'acide carbonique liquide dans la brasserie. — On connaît les avantages que présente en brasserie l'emploi de l'acide carbonique : création d'une atmosphère impropre au développement des ferments nuisibles, et obtention d'une bière pétillante, mousseuse, fraîche, possédant du montant et se conservant bien.

L'acide carbonique gazeux produit au moyen de la craie et des acides a l'inconvénient d'être impur, et sa préparation exige l'emploi d'appareils assez coûteux, compliqués et encombrants.

L'acide carbonique liquide, au contraire, est pur et d'un emploi commode. On le conserve dans des cylindres en fer éprouvés à une pression de 250 atmosphères (sa tension étant de 80 atmosphères). Par l'ouverture d'un robinet placé sur le cylindre, l'acide carbonique sort à l'état de gaz ; on le fait passer par un appareil détendeur, avant de l'admettre dans le récipient où l'on veut l'utiliser. Sur la conduite qui amène le gaz détendu dans le récipient sont installés un manomètre et une valve ; celle-ci se referme automatiquement, dès que la pression dans le récipient devient plus forte que celle sous laquelle on veut produire la saturation.

Ce produit est employé avantageusement comme moteur pour le débit de la bière : on évite ainsi l'usage des pompes, et l'on n'a plus à se préoccuper des moyens de prendre, au dehors, de l'air pur pour ces pompes; et le contact de l'acide carbonique améliore la bière, au lieu de la détériorer, comme le fait trop souvent l'air foulé par les pompes. L'acide carbonique liquide fait aussi l'office de réfrigérant, tout comme la glace : en passant à l'état gazeux, il absorbe une quantité énorme de calorique. Au lieu d'air purifié par des procédés parfois assez compliqués, on utilise ce même produit pour le soutirage en tonneaux et en bouteilles. Enfin on y a recours pour améliorer les bières plates et éventées, pour rajeunir les bières, les rendre mousseuses, etc.

L'acide carbonique liquide est déjà d'un usage courant aux États-Unis. En Allemagne, on en consomme journellement plus de 7000 kilogr., et il existe dans ce pays plus de 15000 appareils à débiter la bière à l'aide de ce produit. Une usine pour la fabrication de l'acide carbonique liquide vient d'être montée à Villers (Oise) par la Compagnie des produits antiseptiques. Le prix de cette matière est devenu assez modique pour que son usage puisse se généraliser (1).

Les dangers d'incendie par l'éclairage électrique. — Des expériences ont été faites dernièrement, sur les dangers d'incendie par l'éclairage électrique, au laboratoire central de la Société internationale des électriciens, à Paris. On s'est occupé notamment de l'échauffement des conducteurs et de la chaleur dégagée sur les globes des lampes.

Pour des fils garnis d'enveloppes isolantes et placés sous moulures, la conductibilité suffit à dissiper l'échauffement, pourvu que l'intensité du courant reste dans les limites adoptées pour la pratique. Ainsi on a observé qu'un fil de $1^{mm},2$ de diamètre conduit normalement un courant de 4 ampères environ; mais si ce courant est porté à 40 ampères ou au delà, il y a danger d'inflammation du bois qui le toucherait. Ces accidents sont évités dans la pratique par l'emploi de coupe-circuits.

En plaçant des étoffes sur les globes de lampes électriques diverses, on a vu une lampe de 300 bougies carboniser après 1 1/2 minute un vieux décor; au bout de 2 minutes, deux lampes de 32 bougies ont carbonisé des couches d'ouate gommée, en 6 minutes une calotte de velours, et en 10 minutes un bonnet

(1) *Revue universelle de la brasserie et de la malterie.*

de coton. Par contre, une étoffe légère de tarlatane verte, enveloppant le globe d'une lampe à arc (système Cance) et celui d'une lampe à incandescence de 32 bougies, ne s'est pas carbonisée en 20 minutes; il en a été de même d'une couche d'ouate non gommée et d'un vieux décor au contact d'un lampe de 32 bougies (1).

Inflammation spontanée. — On sait que, pour éviter l'inflammation spontanée, l'emmagasinage des combustibles doit se faire autant que possible à l'abri de l'air. Cette précaution est essentielle pour le charbon de bois.

Pour la houille et le coke, on les abrite aussi bien que l'on peut et on les place de préférence sur une plate-forme légèrement inclinée. Si le combustible doit séjourner quelque temps sous un hangar, il est bon de faire un mur extérieurement avec les gros morceaux et de placer les parties menues au centre du tas. En cas de charbons très riches en matières volatiles, on évitera de former des amas trop considérables et on les protègera contre le rayonnement du soleil qui, allié à l'humidité provoquée par les pluies, favoriserait une décomposition chimique pouvant donner lieu à la combustion spontanée. Une explosion qui se produisit, il y a un an environ, dans une fabrique de briquettes de Saxe, a été attribuée à l'inflammation spontanée du poussier de houille dans la chambre à poussier, inflammation favorisée par une introduction d'air dans cette chambre.

L'amirauté anglaise a prescrit récemment des mesures pour prévenir les explosions dans les soutes à charbon des bâtiments de la flotte : l'embarquement du charbon terminé, s'assurer que les rainures des panneaux des soutes n'ont pas de poussier de charbon ; ne pas embarquer de charbon mouillé ; quand on lave les ponts, mettre en place les couvercles pleins des soutes, afin d'éviter que l'eau n'atteigne le charbon ; autant que possible, avoir toujours pour la ventilation des soutes deux tuyaux au moins, l'un pour l'admission de l'air pur, l'autre pour la sortie de l'air chargé de gaz inflammables, et maintenir toujours dégagés ces tuyaux de ventilation ; s'il n'y a pas de tuyaux de ventilation, enlever les couvercles des ouvertures deux fois au moins par semaine et les maintenir enlevés pendant cinq heures chaque fois ; ne pénétrer dans les soutes avec aucune lumière autre que des lampes de sûreté, jusqu'à ce qu'on se soit assuré

(1) *Bulletin de la Société internationale des électriciens.*

qu'elles ne contiennent pas de gaz explosifs; ventiler soigneusement avant d'y envoyer des hommes pour des travaux à y exécuter.

Un phénomène curieux de combustion spontanée s'est produit récemment dans une usine de Chicago : une éponge remplie de poussière d'acier est devenue à un moment donné absolument incandescente. Cette oxydation énergique était due à l'état de division extrême où se trouvait l'acier (1).

Machine à battre les tapis et les coussins. — La Compagnie des chemins de fer du Nord de la France a fait construire une machine pour le battage des tapis et coussins de wagons.

Les coussins sont brossés au moyen de brosses cylindriques sous lesquels ils passent, et dans l'intervalle compris entre les deux tambours qui supportent les brosses, ils sont battus par douze bandes de cuir accouplées deux à deux et fixées à la circonférence d'un tambour à claire-voie de $0^{m}50$ de diamètre, faisant 300 tours à la minute. Chaque coussin est passé quatre fois, deux fois à l'endroit et deux fois à l'envers. Les brosses tournent en sens inverse l'une de l'autre, de façon à ramener la poussière vers le milieu de la machine, d'où elle est enlevée à l'aide d'un aspirateur.

Pour le battage des tapis, on enlève la courroie qui met les brosses en mouvement.

La machine est renfermée dans une chambre vitrée, qui met les ouvriers à l'abri de la poussière, tout en leur permettant de surveiller la marche du travail.

On bat, avec cette machine, 30 tapis à l'heure. Le battage d'un tapis ne coûte plus que 3 centimes à peine, au lieu de 40 centimes environ qu'il coûtait par le procédé ordinaire (2).

Traitement des eaux d'égout. — Voici quelques renseignements sur les procédés employés à l'étranger pour l'épuration des eaux d'égout.

A Berlin, les eaux-vannes sont amenées par des collecteurs dans des usines établies à la périphérie de la ville. Là, elles sont reçues dans un vaste réservoir cylindrique ; elles passent à travers des grilles, en abandonnant une forte proportion des matières solides qu'elles contiennent; puis elles entrent dans un

(1) *Journal of railway Appliances ; Iron.*
(2) *Génie civil.*

puits central, ayant environ 3^m de diamètre, d'où elles sont pompées et refoulées dans des tuyaux de fonte de $0^m,75$ à 1^m, jusque dans des bassins, à la partie culminante de domaines consacrés à l'épuration et à l'utilisation agricole. La distribution sur les champs, disposés en raies et billons, s'opère à l'aide d'un réseau de conduites en fonte et en poterie. Les champs sont drainés. L'épuration des eaux par ce procédé est très satisfaisante au point de vue bactériologique, si bien qu'elles peuvent être impunément utilisées pour l'alimentation. La superficie des domaines recevant les eaux d'égout est de 3200 hectares environ ; on y déverse annuellement, en 12 arrosages, 27 500 000 mètres cubes d'eau. Le nombre d'habitants desservis est de 1 150 000.

A Breslau, Dantzig, etc., on recourt également à l'irrigation pour l'épuration des eaux d'égout. Ce procédé paraît être le meilleur; toutefois une difficulté se présente dans son application : lorsqu'il tombe une pluie un peu forte, on se voit souvent obligé de laisser s'écouler dans les cours d'eau de grandes masses de matières non encore désinfectées.

Dans d'autres villes de l'Allemagne, telles que Francfort, Wiesbaden, Essen, Halle, l'épuration se pratique à l'aide de réactifs chimiques et du filtrage.

A Francfort, les eaux sont recueillies dans des bassins, où elles se débarrassent des matières flottantes; puis elles subissent un traitement au sulfate d'alumine et au lait de chaux; elles sont conduites dans des bassins de dépôt, où elles circulent avec une vitesse de 5^{mm} par seconde à l'entrée et 3^{mm} à la sortie; enfin elles s'écoulent au Mein. La vase, pompée au moyen d'un appareil à vapeur, est transportée sur les champs. La chaux a pour principal effet de détruire les germes infectieux; le sulfate d'alumine, outre ses propriétés désinfectantes, possède celle de rendre le liquide limpide.

A Wiesbaden, on a des bassins de dépôt où l'eau circule avec une vitesse de 3^{mm} 1/2 par seconde. Le mélange de l'eau avec le réactif chimique, qui est l'eau de chaux, s'effectue dans des puits où le liquide est animé d'un mouvement ascensionnel. La vase est répandue sur des terres. Le traitement par la chaux suffit, d'après le témoignage du Dr Koch, à débarrasser les eaux des matières infectieuses et à les empêcher d'entrer désormais en fermentation.

A Essen, les eaux d'égout sont également traitées par la chaux; la vase sert d'engrais. Le procédé suivi est celui de Röckner Rothe, lequel fonctionne également à Brunswick et à

Potsdam, ainsi que dans plusieurs fabriques de sucre et brasseries. Ce procédé est basé sur l'application du filtrage ascensionnel (décantation en montant); par suite de la raréfaction de l'air, le liquide est obligé de s'élever à la partie supérieure du réservoir. Les avantages de la méthode sont qu'elle exige peu de place, que l'opération s'effectue en vase clos, et que l'enlèvement des boues est facile.

Les réactifs chimiques employés à Halle sont la chaux et le silicate d'alumine.

Les frais du traitement par les réactifs et de la filtration, dans ces quatre villes, varient de fr. 0,75 à 1 fr. 25 par an et par habitant. Cette dépense est relativement élevée; il est difficile de se débarrasser des résidus; bref, la question de l'épuration chimique des eaux d'égout ne paraît pas être encore définitivement résolue en Allemagne.

A Londres, les eaux d'égout sont déversées directement dans la Tamise. Pour obvier aux graves inconvénients de ce système, la ville a projeté de faire converger ces eaux vers deux grands établissements de purification, l'un à Barking, l'autre à Crossness. Là, les matières solides seraient précipitées dans de grands bassins par la chaux et le permanganate de fer. Le précipité serait déversé à la mer bien loin des rives, et les eaux clarifiées seraient évacuées à la Tamise.

M. Webster a proposé d'opérer la clarification des eaux d'égout par l'électricité. Le courant électrique réunit les matières solides en une couche qui flotte à la surface du liquide, par suite de l'abondant dégagement de gaz qui se produit au sein de ce liquide. On fait écouler l'écume dans un chenal. Le liquide restant est parfaitement inodore; tout au plus conserve-t-il une teinte blanchâtre ou ocreuse, tenant à la nature calcaire ou argileuse des eaux de chasse employées dans les égouts. Il paraît que l'application de ce procédé coûte moins cher que celle du procédé aux sels de fer; en outre les boues seraient moins abondantes et plus propres à servir d'engrais.

Le Comité consultatif d'hygiène publique de France, consulté par la Commission sénatoriale chargée de l'étude d'un projet de loi concernant l'utilisation agricole des eaux d'égout de Paris et l'assainissement de la Seine, a présenté dernièrement à la Commission susdite un rapport dont les principales conclusions sont les suivantes :

1° Il n'est pas prouvé que l'épandage des eaux d'égout, même chargées de matières excrémentielles, offre un danger pour la

salubrité publique, pourvu que l'on tienne compte de la nature du sol épurateur, de son étendue et des volumes d'eau déversés ; les rapports de ces différents facteurs ne peuvent être établis que par la pratique ;

2° Relativement à la préservation de la Seine, nous ne connaissons pas de meilleur système, sous la condition que les surfaces à irriguer auront une étendue suffisante pour permettre une épuration aussi complète que possible, et que les eaux d'égout seront employées en totalité, sans qu'aucune portion de ces eaux puisse être, soit habituellement, soit accidentellement projetée à la Seine.

Les Chambres françaises ont adopté ce projet de loi, tendant à donner une extension considérable au système d'utilisation agricole des eaux des égouts de Paris (1).

La législation concernant la responsabilité des accidents du travail. — Nous avons déjà traité ce sujet dans une précédente livraison (2). Depuis lors, l'assurance obligatoire contre les accidents du travail a été organisée en Allemagne et en Autriche. Cette assurance est mutuelle et entièrement à la charge des patrons. Les indemnités ou les rentes à payer à la victime ou à ses ayants droit sont fixées pour chacune des suites que peut avoir un accident ; de la sorte, la responsabilité personnelle des chefs d'industrie ne subsiste plus que dans le cas où l'accident entraîne une pénalité correctionnelle.

Les corporations d'industriels instituées pour l'assurance mutuelle édictent à leurs membres des mesures à prendre pour éviter ces accidents et font surveiller par des inspecteurs l'exécution de ces mesures ; elles ont également pour mission de rechercher tous moyens de conjurer les accidents. La corporation des brasseurs allemands a conçu le projet de réunir dans une exposition un ensemble d'appareils, de dispositifs et de règlements combinés en vue de la sécurité du personnel et dont l'expérience a prouvé l'efficacité. Ce projet a rencontré des adhérents dans toutes les corporations d'assurance et parmi les industriels de tous les pays. L'exposition aura lieu cette année à Berlin. Elle comprend deux sections : la première embrasse dix groupes relatifs aux dangers qui naissent de l'emploi des machi-

(1) *Revue d'hygiène ; Temps ; Semaine des constructeurs ; Revue scientifique.*

(2) *Revue des questions scientifiques*, 20 janvier 1884.

nes ; la seconde, onze groupes concernant les périls particuliers à chaque industrie. Les objets consisteront en plans, dessins, modèles, appareils divers, etc.

L'organisation de l'assurance obligatoire contre les accidents du travail est à l'étude en France et en Belgique. La Commission du travail instituée dans notre pays s'est prononcée en faveur de ce système ; et il paraît que le Gouvernement élabore un projet de loi dans ce sens (1).

J. B. André.

ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE

Questions aryennes. —Sous ce titre, M. de Lapouge entonne, dans le dernier numéro de la *Revue d'Anthropologie* (2), un dithyrambe enthousiaste en faveur des théories de M. Penka, l'auteur de la théorie de l'origine scandinave des Aryas. Nous ne contesterons pas à M. de Lapouge son droit certain de se rallier avec éclat à ce système, mais on nous permettra de manifester quelque étonnement devant l'assurance incroyable avec laquelle il accentue ses assertions. " La discussion est terminée..., les opinions sont faites..., il est infiniment peu probable que des découvertes infirmeront les conclusions de M. Penka..., toutes les preuves convergent vers elle..., il n'y a plus que des résistances isolées ! "

Jamais on n'a témoigné d'un plus flagrant oubli de l'état d'une question scientifique. Mais M. de Lapouge ne sait donc pas que MM. Roth de Tubingue, Max Müller, Muir, Victor Hehn, Gustave Meyer, Wilhelm Geiger, de Ujfalvy, Salomon Reinach, Brunnhofer, de Harlez résistent, et qu'ils ne sont pas précisément isolés. La thèse de l'origine européenne a pour elle beaucoup de vogue, mais que la discussion soit terminée et le problème résolu en faveur de MM. Penka et de Lapouge, il est prématuré de l'affirmer si bruyamment.

Dans son travail, M. de Lapouge n'apporte aucun argument

(1) *Génie civil ; Moniteur des intérêts matériels.*
(2) N° du 15 mars 1889, p. 181.

nouveau. Bien qu'il déclare avoir cherché d'une manière indépendante de M. Penka, les preuves apportées de part et d'autre sont absolument identiques. Comme nous avons maintes fois traité cette question ici (1), nous ne la reprendrons pas à l'occasion d'un article qui ne fournit pas d'élément ultérieur à la discussion.

Le rôle ethnique des Juifs. — Dans la *Revue scientifique* (2), M. Gustave Le Bon publiait naguère des extraits de son livre *Les premières civilisations de l'Orient,* relativement au rôle des Juifs dans la civilisation générale de l'humanité. Nous avions hésité à parler de ce travail qui dépare un recueil sérieux. Mais la question ayant eu un certain retentissement, nous en donnerons ici, pour mémoire, un résumé très court.

M. Le Bon n'a réussi qu'en un point : il a donné une preuve nouvelle qu'il est scientifiquement mal préparé à traiter des questions d'ethnographie, comme M. Barth avait dû le lui faire sentir pour ses essais sur l'Inde (3). Cette fois encore, M. Le Bon a cueilli sur le rôle social des Juifs ce que le rationalisme pouvait lui offrir de moins prouvé.

Voici toute la thèse de M. Le Bon. Les catholiques font remonter aux Juifs les origines de leur religion dont ceux-ci sont les précurseurs. Eh bien, c'est là un phénomène intolérable, " que les peuples les plus civilisés du monde aient été pendant des siècles soumis à une religion dérivant des croyances d'une obscure tribu nomade „. Car les Juifs " n'ont possédé ni arts, ni sciences, ni industrie, ni rien de ce qui constitue une civilisation „. Leur religion est un culte sanguinaire, mélange de débauches, de superstitions et de cruautés.

Nous faisons grâce de la démonstration, ou plutôt du développement. Du reste, les étranges assertions de M. Le Bon ont provoqué des démentis. M. Félix Hément a eu facilement raison de ces contre-sens ethnologiques (4). Le directeur lui-même de la *Revue scientifique,* M. le Dr Charles Richet, a atténué les insoutenables idées de M. Le Bon (5). Enfin, M. Salomon Reinach a

(1) Cfr Revue des quest. scient., t. XV, pp. 284-298; 605-617; XXI, p. 577, et dans la livraison d'avril 1888, notre compte rendu du livre de Max Müller, *Biographies of Words and the Home of the Aryas.*

(2) N° du 20 sept. 1888.

(3) *Revue critique,* n° d'avril 1888.

(4) N° du 20 oct. 1888.

(5) N° du 10 nov. 1888.

protesté, la Bible en main, contre le reproche de cruauté et d'égoïsme adressé à ses coreligionnaires (1).

M. Le Bon n'a opposé que des fins de non recevoir. Aussi bien MM. Hément et Richet ont trop laissé dans l'ombre le caractère providentiel du rôle ethnique des Juifs dans l'histoire de l'antiquité, comme gardiens de l'ancienne révélation et préparateurs de la nouvelle. Ce point de vue est seul capable de rendre complètement compte de l'action de la race juive dans le monde antique.

Les Lapons. — M. Ch. Rabot a résumé, dans la *Revue scientifique* (2), les impressions d'un séjour de six étés passés en Laponie. Nous en extrayons les détails suivants, qui n'ont pas été signalés dans un précédent bulletin où nous avons parlé de ce peuple.

Une première question qui se pose est celle de l'extension primitive des Lapons. D'après MM. Früs et von Düben, que M. Rabot cite, il est probable qu'avant l'arrivée des Finlandais, les Lapons descendaient en Russie jusque dans les forêts de la Carélie; tandis qu'en Suède et en Norwège ils ne sont jamais arrivés plus bas que leur limite actuelle.

Les Lapons ne sont plus très nombreux : 15 000 en Norwège, 6000 en Suède, 1200 en Finlande et 2000 en Russie. Ils tendent à se fusionner avec les Finnois et les Scandinaves. La langue et la religion les divisent : un Lapon du Nordland ne comprend pas son congénère du Finmark, et les Lapons russes du rite grec n'ont aucune relation avec les Luthériens de Norwège.

Parmi les Lapons, les uns sont nomades, d'autres sédentaires ; les premiers élèvent le renne qui fournit à tous leurs besoins, les seconds vivent surtout de la pêche.

Les nationalités de la Transylvanie. — Sur ce sujet, la *Revue d'Ethnographie* (3) nous apporte un important travail de M. le comte Geza Kuun, le savant ethnographe hongrois. Cet article se rattache intimement aux études que la *Revue* a publiées naguère sur les *Populations danubiennes.*

(1) N° du 24 nov. 1888.

(2) N° du 26 janv. 1889, p. 112. Il est juste d'ajouter que M. Rabot a fait, dans la *Revue d'Ethnographie* de 1885, pp. 23-60, un travail beaucoup plus complet sur les Lapons que la simple note analysée ici. Cfr *Rev. des quest. scient.*, t. XIX, p. 327, où nous avons résumé des travaux de MM. Keane, Garson, Svenonius et prince Roland Bonaparte.

(3) *Revue d'Ethnographie*, t. VI, n° 3, pp. 222-272.

M. Geza Kuun remonte jusqu'aux races néolithiques, qui ont du reste laissé des traces incontestables : quatre crânes dolichocéphales, de nombreux instruments de pierre, des poteries, des bijoux, des armes; le cuivre, le bronze et le fer sont employés concurremment. Pour quelques régions, il semble rationnel d'admettre une époque du cuivre postérieure à celle de la pierre et antérieure à celle du bronze. Il y a les deux modes de sépulture, crémation et inhumation. En somme, les ornements graphiques et les symboles offrent de grandes analogies avec les civilisations d'Hissarlik et de Mycènes (1).

A l'aurore de l'histoire, ce sont les Agathyrses et les Sygines qui occupent le territoire de la Transylvanie. M. Geza Kuun n'est pas éloigné de croire qu'ils s'y trouvaient dès les âges préhistoriques, et qu'on doit leur attribuer tous les restes de l'époque néolithique. Les Sarmates comptent aussi parmi les plus anciens habitants, et M. Kuun pense que la capitale des Daces, *Sarmizegetusa,* leur doit son nom. Cette étymologie nous paraît assez douteuse et nous nous en tenons à celle que nous avons proposée ici autrefois (2).

Mais les Daces tiennent la grande part dans l'ethnologie primitive de la Transylvanie. M. Geza Kuun nous donne des détails très complets sur la civilisation, la religion et la langue de ce peuple. Nous n'insisterons pas sur ce point, qui a été longuement traité dans nos articles sur les *Populations danubiennes* (3).

Aujourd'hui, sur les deux millions d'habitants de la Transylvanie, il y a 1 150 000 Valaques, 668 000 Hongrois et 205 000 Allemands, la plupart Saxons (4). Il y a aussi quelques Slaves, des Bulgares, des Arméniens, 15 000 Juifs et 50 à 60 000 Bohémiens.

Les Hongrois, venus de l'Europe orientale, s'établirent en Transylvanie dès le IXe siècle; les Saxons de Franconie y arrivèrent au XIIIe.

Pour M. Geza Kuun, les Valaques de la Transylvanie ne sont pas les descendants des colons romains, ni les fils des Daces survivant au désastre de leur nation; ils viennent de la péninsule

(1) Citons par exemple le *svastika* ou croix gammée et les vases à tête de hibou.

(2) *Rev. des quest. scient.*, t. XVII, 1885, p. 176.

(3) *Ibid.*, pp. 168-188.

(4) On sait que M. E. de Borchgrave s'est autrefois occupé de ce sujet dans son *Étude sur les colonies saxonnes de la Transylvanie,* publiée par l'Académie royale de Belgique.

de l'Hémus; c'est-à-dire que M. Geza Kuun adopte la théorie de Roesler. Nous avons exposé jadis les raisons qui nous font admettre, au contraire, l'origine romaine des Moldo-Valaques (1). Nous n'y reviendrons pas, car cette discussion nous entraînerait trop loin.

Les Bulgares étaient autrefois établis à Déva; ils sont complètement éteints aujourd'hui en Transylvanie; le dernier membre de la colonie, M. Kokelin, est mort en 1887. Ces Bulgares étaient catholiques romains et ils avaient à Déva un couvent de l'ordre de Saint-François.

Identification de Saparda (2). — Les inscriptions des Achéménides (3) et les écritures cunéiformes (4) parlent parfois du pays et de la race de *Saparda* ou *Sparda*. Il en est aussi question dans les Livres saints (5). Jusqu'à ce jour, les érudits étaient peu fixés sur l'identification de ce terme ethnique; M. O. E. Hagen donne les raisons qui tendent à y faire voir une ancienne dénomination des Lydiens, et la plus vieille forme du nom de leur capitale Σάρδεις, Sardes (6).

Les renseignements fournis par l'inscription de Behistân montrent que le pays de *Saparda* était limité à l'est par la Cappadoce, à l'ouest et au nord-est par la mer Égée et l'Ionie, au sud-ouest et au sud par la Méditerranée. En d'autres termes, nous avons ici l'orientation exacte de l'ancienne Lydie.

Sur quel peuple connu faut-il reporter l'appellation de *Saparda ?* M. Hagen l'applique à une branche de la famille aryenne qui habita la Lydie en même temps que les Μῆονες aryens d'Homère (7). Ces derniers seraient les Aryens occidentaux de Lydie, connus des Grecs, tandis que les *Saparda* seraient les Aryens orientaux de Lydie, connus des Assyriens et des Babyloniens.

La conjecture de M. Hagen est ingénieuse, mais il lui manque

(1) *Rev. des quest. scient.*, t. XX, pp. 487-499.

(2) *The Babylonian and oriental Record*, t. III, n° 2, janvier 1889, pp. 31-35.

(3) Behistân, I, 14-17; Persepolis, I. 10-18; Nakhs-i-Rustam, 22-30.

(4) *Cyr. Cyl.*, 21; *Nab. Ann. Obv.* II, 4.

(5) Voir Abdias, 20. Il est à remarquer que, dans le texte des Septante, l'hébreu *Sepharad* est devenu Ἐφραθά et, dans la Vulgate, *in Bosphoro.*

(6) Cette opinion de M. Hagen est déjà insinuée dans Herzog, *Theol. Real. Enc.*, 2e édit., v° *Sepharad*, par M. Rawlinson, *Journ. of the R. as. Soc.*, t XIV, p. 19; et par la dernière édition de Gesenius, *Handwört. für das A. T.*, p. 586.

(7) *Iliad.*, II, 864-866.

un texte positif pour l'élever à la hauteur d'une certitude. Il est juste aussi de rappeler que M. Schrader place Saparda dans la Médie (1), au sud-ouest, et que, pour M. Lagarde, *Sepurd* est *Sepuh*, une montagne au sud-ouest d'Erzeroum (2).

Les Kafirs. — Nous trouvons d'importants renseignements sur ce peuple dans deux articles de M. Guillaume Capus, qui, avec M. Bonvalot, visita les régions de l'Asie centrale en 1887 (3).

Après avoir résumé les travaux de ses devanciers (4), depuis Marco-Polo en 1260 jusqu'à M. Mac-Nair en 1883, le voyageur donne ses propres impressions. Il constate d'abord que le mot *Kafir* est en usage chez les Musulmans et signifie " infidèle ", tandis que le vrai nom ethnique est *Siah-pouch* ou *Siah-poch*, ce qui veut dire " habillé de noir ".

Les Kafirs sont des Aryas. Il y a deux types : l'un clair, l'autre très brun. M. Capus a été frappé, comme M. Biddulph, de leur aspect européen. On peut admettre deux races peu métissées jusqu'ici, ou plutôt il serait prématuré d'adopter un type kafir ; du reste, l'ethnographie du Caucase hindou reste à faire.

On distingue trois tribus principales : les *Rams*, les *Vaïs*, les *Baches* (5). Aucun lien politique ne les unit; elles vivent sous le régime patriarcal, avec la plaie de l'esclavage sur la rive gauche de l'Oxus. Les Siah-pouchs sont d'impudents voleurs qui ne se gênent pas pour attaquer les caravanes et tuer les marchands.

Nous ne savons rien sur l'origine des Kafirs. On a dit qu'ils descendaient des soldats grecs d'Alexandre : c'est une légende que rien ne justifie. On sait seulement qu'ils s'étendaient jadis beaucoup plus au nord-est du côté de Chitral.

Les Kafirs restent très isolés, réfractaires à l'Islam; ils ne s'unissent qu'entre eux. Leur population tend à diminuer.

Les Aïnos. — A plusieurs reprises, nos *Bulletins* ont attiré l'attention sur cette peuplade de l'Extrême-Orient (6). Il faut bien y revenir pour signaler d'importantes conclusions de MM. Lefèvre (7) et Collignon (8).

(1) *Keilinschriften und Geschichtsforschung*, p. 116.
(2) *Gesch. Abhandl.*, pp. 265, 292, 297.
(3) *Revue scientifique*, 5 janv. et 24 févr. 1889.
(4) Pourquoi M. Capus s'est-il obstiné à appeler M. Raverty, *Ravertz?*
(5) M. Biddulph parle des *Roumgalis*, *Vaïgalis* et *Bushgalis :* c'est une redondance, cette terminaison *gal* veut dire pays, contrée.
(6) *Rev. des quest. scient.*, t. XVII, pp. 577, 578 ; t. XXIII, pp. 303, 304.
(7) *Revue d'Ethnographie*, t. VII, pp. 449-455.
(8) *Revue d'Anthropologie*, 15 mars 1889.

M. Lefèvre vient d'étudier, dans l'île de Yesso, vers l'embouchure de l'Ichikari, une tribu d'Aïnos de Saghalien et comparer ainsi les deux fractions les plus importantes de la race, les Aïnos de Yesso et de Saghalien. Ces derniers se distinguent par une blancheur plus prononcée du teint.

Il y avait certaines divergences entre les auteurs quant à la couleur des cheveux et à la taille. Les Russes disaient que les Aïnos étaient petits et roux; d'autres affirmaient qu'ils étaient noirs et plus grands que les Japonais. M. Lefèvre assure que la taille est en moyenne supérieure à $1^{m},65$ et que les Aïnos ont les cheveux d'un noir parfait. D'autre part, M. Collignon établit sur des documents que l'erreur relative à la couleur des cheveux doit être attribuée à l'emploi d'une teinture.

M. Lefèvre a récolté plusieurs objets de l'âge de pierre : ils viennent compléter la collection du R. P. Faurie, qu'on pourra étudier prochainement à l'Exposition de Paris.

Voici maintenant les idées de MM. Lefèvre et Collignon sur l'origine des Aïnos et des Japonais. Les Aïnos appellent ces derniers *Shamo;* or, en japonais, ce terme signifie " Siamois „. Faut-il donc admettre que les Japonais sont frères des Siamois? Ce n'est pas inadmissible, car le type campagnard, du moins, est mongolique.

Ajoutons que M. Lefèvre a découvert à Temia, chez les Aïnos de Saghalien, une inscription alpestre que personne jusqu'ici ni lettrés indigènes, ni étrangers, ni Aïnos, n'a pu déchiffrer.

La race jaune de l'Afrique australe. — Depuis deux ans, M. Schils publie dans le *Muséon* (1) une série d'articles très intéressants sur ce sujet. La dernière livraison de ce recueil nous ayant apporté la fin de ce travail, nous allons essayer d'en donner quelque idée aux lecteurs.

La " race jaune „ dont il est ici question comprend les deux nations de *Khoi-Khoin* et des *San,* ou en d'autres termes, les *Hottentots* et les *Bushmen,* pour employer le vocabulaire habituel. Le dernier peuple s'appelle en effet, dans les langues indigènes, *Sanquos, Soesvas, Soanqua, Saunqua.* Mais toutes ces transcriptions sont dues à l'ignorance des voyageurs : la forme vraie est *Sab* au singulier et *San* au pluriel.

Les *Khoi-Khoin* et les *San* ne constituent pas un même peuple, comme certains auteurs anglais ont voulu le faire croire,

(1) T. VI, pp. 224-232; 439-450; t. VII, pp. 1-14; 270-278; 569-573.

sur une observation superficielle. Il y a des divergences physiques et intellectuelles marquées : la face des Bushmen est rectangulaire, celle des Hottentots, rhomboïque; c'est-à-dire que chez les premiers l'os frontal et les os temporaux sont très dévoloppés, tandis que chez les derniers ce sont les os zygomatiques qui offrent le plus de proéminence. D'autre part, les *San* sont chasseurs, les *Khoi-Khoin* éleveurs de bestiaux, et surtout les *San* ont une civilisation beaucoup plus élevée : en particulier, ils se livrent à la peinture avec une conception très juste de la nature et une grande exactitude de reproduction.

Au point de vue linguistique, on peut constater des affinités entre les *San* et les *Khoi-Khoin;* mais il y a aussi des différences tranchées. Du reste, les principes de correspondance entre les sons de ces deux langues n'ont pas encore été découverts, et l'un des philologues les mieux au courant des langues africaines, M. Bleek, écrit que " la langue des Bushmen est à celle des Hottentots ce que le latin est à l'anglais ".

Néanmoins, M. Schils conclut à l'unité primitive : " Les deux peuples, dit-il, sont les enfants de la même mère, mais d'une mère inconnue dont l'origine se perd dans la nuit des temps ".

Mais n'y a-t-il aucun point de repère qui puisse guider dans ces ténèbres de l'ethnologie africaine ? En étudiant les migrations qui ont peuplé le continent noir, on arrive à cette conclusion que les races nègres y ont été précédées par des peuples de race jaune. Nous savons par d'anciennes cartes espagnoles que des *Bushmen* habitèrent l'Afrique centrale. Sont-ce les ancêtres des *Khoi-Khoin* et des *San ?* Cette identification serait hasardée, car aucun document ne l'appuie; mais cela n'a rien d'invraisemblable. En tout cas, ce n'est pas trop s'avancer que de voir avec M. Schils " dans les races jaunes de l'Afrique centrale les premiers habitants de l'Afrique et une des races primitives du genre humain ".

M. Schils aurait pu invoquer à l'appui de ses théories l'autorité de M. Bertin qui a publié en 1886 (1) une notice très étudiée sur les races de l'Afrique australe (2).

Les habitants du Darien méridional. — L'an dernier, nous avons appelé l'attention sur un travail de M. Alphonse Pinart relativement aux Indiens de Panama (3). Un article de

(1) Dans *Journal of the Royal Asiat. Soc.*, t. XVIII, pp. 51-82.

(2) Nous en avons donné un résumé dans notre bulletin du t. XX de la *Rev. des quest. scient.*, pp. 300, 301.

(3) *Rev. des quest. scient.*, janvier 1888, pp. 306-309.

M. le Dr Louis Catat paru dans le dernier numéro de la *Revue d'Ethnographie* (1) nous permet de compléter ces données.

M. Catat ne s'occupe que du Darien méridional. Il y distingue deux groupes d'habitants, les *Dariénites,* c'est-à-dire les gens de couleur, nègres et mulâtres, venus postérieurement à la conquête espagnole, et les Indiens, premiers possesseurs du sol. Il faut noter cependant que cette division va devenir arbitraire, une lente fusion tendant à mélanger les races.

Les Dariénites, descendants des nègres africains amenés dans les colonies espagnoles et grossis par des éléments hétérogènes venus des Antilles, des Indes et de la Chine, représentent, au nombre de 1500 environ, la portion civilisée. Ils se composent de trois groupes : les *Pardos* ou *Colorados,* noirs presque purs ; les *Zambos,* métis de nègres et d'Indiens, chez lesquels la teinte s'est atténuée, mais qui gardent les autres caractères négroïdes ; les *Cholos*, où le sang indien domine. Les mœurs et les habitudes de ce peuple sont un mélange bizarre de coutumes barbares et de civilisation. Dans leur habitation, leur nourriture, leur industrie, leur musique, les Dariénites sont presque sauvages; ils sont catholiques, mais superstitieux ; l'instruction est très répandue, beaucoup d'hommes savent lire et écrire.

Il y a deux tribus différentes d'Indiens, distinctes par la race aussi bien que par la langue, les usages et les mœurs : les *Chocoes* et les *Cunas.*

Comme M. Pinart nous l'a déjà appris, les *Chocoes* ne sont plus que cinq ou six cents, habitant non pas des villages, mais des *ranchos* ou huttes en bois, couvertes de feuillage, qui abritent cinq à dix individus formant une ou deux familles. Petits de taille (1m55 en moyenne), les *Chocoes* sont forts et musclés, brachycéphales, avec un léger prognathisme. Le trait caractéristique est la largeur de la face : les diamètres bizygomatiques donnent 141. C'est le chiffre le plus élevé qu'on connaisse, car les Bouriates de l'Asie centrale ont 140 et les Mogols 139. Les cheveux sont d'un beau noir.

Les *Cunas*, appelés aussi *Ti, Cunas-Cunas, Irraïques* et *Tulé* (2), comptent de 800 à 900 individus. Les caractères anthropologiques ne diffèrent guère de ceux des *Chocoes* et tendent à faire admettre une commune origine, mais la divergence des usages et des mœurs insinue que les deux tribus sont venues

(1) T. VII, n° 5, pp. 397-422.

(2) Voir dans notre bulletin de janvier 1888 quelques autres dénominations.

au Darien de pays différents et à des époques diverses. Autant les *Chocoes* sont doux et paisibles, autant les *Cunas* sont féroces et turbulents. Il y a les *Cunas mansos,* à moitié civilisés, et les *bravos*, absolument indomptés. Les *Cunas* se vêtent davantage que les *Chocoes:* alors que ces derniers se contentent d'une *pampanilla,* simple ceinture, les *Cunas* passent un pantalon et une chemise de cotonnade, et leurs femmes portent un peignoir.

L'industrie des *Cunas* est aussi plus développée. Bien que connaissant l'espagnol, ils ont gardé l'usage de leur idiome indien, enrichi pourtant de beaucoup de termes étrangers; car la langue indigène est très pauvre.

Terminons par quelques détails sur l'ensevelissement. Jadis, les sépultures étaient à deux étages : une première fosse renfermait les armes et les ustensiles du défunt, puis venait celle du cadavre, qu'on fermait par un plancher de feuilles ; par dessus on élevait une hutte où, pendant une année, la famille et les amis du défunt apportaient des vivres.

Les Indiens de la Haute-Guyane. — M. Henri Coudreau a envoyé naguère sur cette région au ministère de l'Instruction publique en France un mémoire que la *Revue d'Ethnographie* publie dans son dernier fascicule (1).

Nous en extrayons les renseignements ethnographiques suivants. On trouve d'abord, d'aval en amont sur le fleuve de la Maroni (2), les noirs échappés aux Hollandais, il y a un siècle, et redevenus indépendants. On distingue les *Paramacas* (environ 200), les *Youcas* ou *Aucans* (570 environ), les *Poligoudoux* (150) et les *Bonis* (total 625) (3). Un triple rouage règle l'organisation politique de ces tribus : le *Grand-Man,* le *Grand-Conseil,* les *Capitaines;* mais le premier seul fonctionne en réalité, le second est hors d'usage, et les Capitaines transmettent et font exécuter les ordres du *Grand-Man.*

Quant à la Guyane française, M. Coudreau évalue à 20000 âmes le nombre total des Indiens. C'est le double des anciens recensements. Ces Indiens appartiennent à deux groupes : le groupe *Caraïbe* et le groupe *Tupi.*

Au premier groupe appartiennent les *Roucouyennes,* qui possèdent trente-cinq villages et comptent 4000 individus. Plusieurs

(1) T. VII, n° 5; pp. 455-482. Cfr *Rev. des quest. scient.*, t. XVII, pp. 583-585.

(2) Les géographes anglais et hollandais l'appellent *Marowyne.*

(3) Les Hollandais et le prince Roland Bonaparte orthographient *Aucaners* et *Joekas.*

autres tribus s'y rattachent. Le groupe Tupi se compose surtout des *Émerillons* et des *Oyampis*. Sur ces derniers peuples, le regretté Dr Crevaux avait fourni des évaluations assez incomplètes. Pour lui, les *Émerillons* n'étaient pas plus de cinquante; or, M. Coudreau affirme qu'il y en a une vingtaine de villages. M. Crevaux disait n'avoir vu que 200 *Oyampis* et les avoir tous vus. Ils sont en réalité trois ou quatre mille.

Le travail de M. Coudreau a surtout pour but de rectifier d'anciennes évaluations et, pour conclure avec lui, " cette Haute-Guyane française, où, d'après les manuels autorisés, errent à peine deux ou trois tribus indiennes, comptant tout au plus deux ou trois milliers de sauvages, cette Haute-Guyane française compte vingt tribus ".

Ces Indiens ne sont pas davantage, comme on l'a prétendu, communistes et fainéants. L'abatis, qui est la base de la propriété, est toujours individuel. Les indigènes le défrichent et le cultivent avec ardeur, et se livrent aussi à la pêche et à la chasse. En un mot, ils sont beaucoup plus actifs que ceux des créoles de Cayenne encore adonnés à l'agriculture. L'état politique gravite autour de deux fonctions, celle du *tamouchi* et des *peïtos*, que M. Coudreau assimile respectivement au *pater familias* et aux *clientes* de la *gens* romaine.

Les indigènes de la côte de Huon. — Nous avons déjà signalé à nos lecteurs les intéressantes recherches ethnographiques et géographiques du prince Roland Bonaparte (1). C'est surtout la Nouvelle-Guinée qui bénéficie de ces travaux; après les *derniers* et les *récents* voyages des Néerlandais, et une note sur le fleuve Augusta, voici une quatrième notice sur le golfe Huon. D'autres diront la grande valeur de ce travail au point de vue géographique et cartographique. Pour nous, nous insisterons surtout ici sur les détails ethnographiques que le prince Roland Bonaparte emprunte au capitaine Dreger, qui visita le golfe Huon en 1886.

Plus petits et moins bien constitués que les autres indigènes de cette région, les riverains de Huon ont néanmoins le tronc, les bras, les mains et les pieds relativement longs. La couleur varie du rouge d'ocre brûlé au noir du nègre. Chose étrange et observée plusieurs fois déjà dans des régions de la Nouvelle-Guinée très distantes les unes des autres, on a rencontré des individus qui avaient un type juif fort accentué.

(1) *Rev. des quest. scient.*, t. XVII, p. 583.

Les mœurs sont des plus extraordinaires. Un usage étrange consiste à sacrifier un chien en signe de bon accueil. On lui brise la tête contre le bordage du canot qui porte les hôtes qu'on veut recevoir.

C'est au milieu du village qu'on enterre les morts. Comme chez plusieurs autres peuples, les tombes recouvertes de sable et ornées de fleurs sont placées à l'abri d'un toit. On y dépose des offrandes, ayant le plus souvent un caractère guerrier, épées, boucliers, etc.

L'industrie, surtout celle du vannier, est plus développée que dans d'autres parties de la région. L'arc et la flèche ne sont pas en usage; c'est la hache et la lance qui sont les armes de prédilection. La culture s'occupe du cocotier, de la canne à sucre, de la noix de bétel et du tabac.

Très sauvages, les indigènes de la côte de Huon se laissent difficilement approcher, et M. Dreger assure qu'ils dévorent les corps de leurs ennemis tués à la guerre.

Ethnologie des Nouvelles-Hébrides. — D'après MM. Hagen et Pineau (1), voici les traits saillants qui distinguent les populations de cet archipel océanien.

La race n'a rien d'homogène : ici, nous avons la race noire mélanésienne; ailleurs, le sang polynésien domine. En général, le rouge foncé domine; excepté à Aoba et à Tanna, les cheveux sont crépus et courts. Taille et stature sont aussi très variables, depuis les nains de Mallicolo jusqu'aux géants de Tanna.

Les dialectes sont très nombreux : les indigènes de deux îles voisines ne se comprennent pas. MM. Hagen et Pineau nous donnent un vocabulaire assez complet de huit langues.

Le cannibalisme règne encore dans toute son horreur aux Nouvelles-Hébrides, et malheureusement il n'a pas pour excuse la misère, car les ressources de la culture, de la chasse et de la pêche sont abondantes. En tout cas, les Néo-Hébridais ne confirment pas l'étrange théorie émise par M. Vogt au Congrès préhistorique de Bologne, en vertu de laquelle la civilisation serait en raison directe du cannibalisme : ils sont aussi peu avancés en civilisation qu'ils sont enracinés dans leur anthropophagie.

Voici quelques détails sur l'organisation domestique. Les enfants subissent la déformation du crâne et la circoncision. Les mariages se font de très bonne heure, et la dot est toujours payée

(1) *Revue d'Ethnographie*, t. VII, pp. 302-363.

en cochons. La polygamie est permise. En somme, la femme est esclave, et sa condition des plus misérables. Très variés, les rites de la sépulture exigent, ici, l'enterrement dans les cases; ailleurs, dans des cavernes; plus loin, dans de vieilles pirogues. A Santo, la femme ne peut pas survivre à son mari, on l'étrangle. A Mallicolo, les têtes des chefs sont déterrées après quelque temps, puis placées sur un mannequin fait de paille et de liane. Une loi curieuse règle les héritages : aux fils reviennent les cochons mâles et aux filles les truies.

Les Néo-Hébridais sont divisés en tribus et habitent dans des villages sous l'obéissance d'un chef. Cette dignité est héréditaire. C'est le chef qui prononce le *tabou*, c'est-à-dire l'interdiction de passer en tel ou tel endroit, de faire telle ou telle chose; c'est lui qui tue les cochons dans les fêtes, qui rend la justice et déclare la guerre.

Très rudimentaire, la religion de ces tribus ne s'élève pas au-dessus d'un grossier fétichisme : ils font à leurs dieux, sculptés dans des troncs d'arbres, des sacrifices de cochons, et leur consacrent par le repos chaque cinquième jour. Les temples consistent en un échafaudage de branches élevé au-dessus des statues des dieux : après le sacrifice, qui est accompagné de danses et de chants, les sorciers font un sermon.

Les indigènes des Nouvelles-Hébrides, ou plutôt leurs femmes, sont agriculteurs, mais dans une mesure restreinte : sur leurs îles d'origine volcanique ou corallienne, les terrains d'alluvions ont peu d'épaisseur. L'igname est le principal objet de la culture et, avec la viande de cochon, fait le fond de l'alimentation. Il n'y a qu'un seul animal domestique, le porc : les autres bestiaux ne parviennent pas à s'acclimater.

Le vêtement est des plus primitifs : une ceinture d'écorce et de fibres fait toute la garde-robe. La figure est peinte en rouge et en noir pour les jours de fête; en noir pour le deuil des hommes, en blanc pour celui des femmes. Des bracelets de perles, de dents de porc, d'arêtes de poissons ou d'écailles de tortues ornent les bras.

Comme nous l'avons dit, les indigènes vivent par villages de 10 à 200 habitants. Les cases sont construites en bambou ; le toit, qui descend jusqu'à terre, est fait d'herbe sèche mêlée à des feuilles de cocotier tressées et superposées; le sol est recouvert de nattes. Dans chaque village, il y a la case du chef, celles des guerriers, des femmes et des enfants, celles des adolescents, et enfin des hangars servant de salle à manger pour les hommes.

Chaque case a un foyer; les lits sont formés de nattes entassées.

Il y a avec les Nouvelles-Hébrides un commerce assez développé. La noix de coco est le principal produit d'exportation : on la dessèche pour en faire du *coprah,* qui sert à la fabrication des savons. La tonne de *coprah,* qui vaut aux Hébrides 175 francs, exige 8000 cocos. Après le coco, c'est la biche de mer, valant de 800 à 1800 francs la tonne, suivant la qualité, qui est le grand article, demandé uniquement par les Chinois qui en sont friands. Quant au commerce d'importation, il consiste surtout en armes et en tissus vendus aux indigènes par les Anglais. Entre eux, les insulaires échangent des cochons, des casse-têtes, des arcs et des flèches, des ornements.

Les armes des Néo-Hébridais fournissent un arsenal assez complet, c'est leur principale industrie ; il y a des casse-têtes de formes très variées, en boule, en pointe, en croissant, en queue de poisson. MM. Hagen et Pineau donnent, dans leur travail, dix-huit dessins différents. Puis, il y a des sagaies, presque toutes en bois; des arcs et des flèches de toute forme et de toute dimension. Les flèches ne sont pas empoisonnées, malgré les préparations prétendument toxiques auxquelles les soumettent les indigènes. Il y a quatre sortes d'instruments de musique : une trompe faite de coquillage, une flûte de Pan, une flûte longue et le tam-tam, formé de troncs d'arbres, qui sert surtout dans les fêtes publiques.

En terminant, MM. Hagen et Pineau posent et résolvent une double question. D'abord, la colonisation aux Nouvelles-Hébrides est-elle possible par la main d'œuvre européenne? Non, répondent-ils, à cause de l'insalubrité du climat. Les colons peuvent-ils compter sur les indigènes ? Non, encore : le Néo-Hébridais est paresseux, il n'a guère de besoins à satisfaire, et l'engagement coûteux et peu productif de travailleurs indigènes a donné de maigres résultats, toujours soldés en déficit. L'avenir des Nouvelles-Hébrides est donc peu brillant, et presque seules de toutes les îles de l'Océanie elles sont rebelles à l'action de la race blanche.

J. G.

INVERTÉBRÉS.

La vision chez les Arthropodes (1). — Dans la livraison de juillet 1888 de cette *Revue*, nous avons analysé les trois premiers mémoires consacrés par M. Plateau à l'étude de la vision chez les Articulés qui ne possèdent que des yeux simples ou sont réduits expérimentalement à l'emploi exclusif de ceux-ci, par exemple les Mille-pattes, les Arachnides, les Chenilles et les Insectes diurnes ailés, tels que les Hyménoptères, les Diptères et les Lépidoptères.

Dans deux nouveaux mémoires, l'infatigable zoologiste de Gand expose le rôle des yeux composés chez les Insectes. Dans le premier, il s'occupe de la vision des objets fixes, et dans le second, de la perception des mouvements. C'est pour n'avoir pas fait une telle distinction que tant d'auteurs ont émis des opinions erronées sur la vue des Insectes.

Vision des objets fixes. — Une conception qui a beaucoup contribué à faire naître des théories inexactes sur la vision des Insectes, c'est celle qui consiste à considérer l'œil composé comme une association d'ocelles ou d'yeux simples. Aujourd'hui cette opinion doit disparaître pour faire place à une autre, que Leydig proposait déjà en 1855; d'abord laissée dans l'ombre, cette nouvelle manière de voir s'impose maintenant, appuyée comme elle l'est par les remarquables travaux de Ray-Lankester et Bourne, de W. Patten, de Reichenbach et de Kingsley. Les recherches de ces savants ont démontré que l'œil à facettes est une unité physiologique et ne représente qu'un seul œil; comme l'ocelle, il se produit aux dépens d'une invagination unique de l'hypoderme.

Avant les beaux travaux anatomiques des auteurs que nous venons de citer, on croyait généralement que, derrière sa petite lentille cornéenne, chaque élément d'un œil composé comprenait un deuxième corps réfringent, appelé pour ce motif *cône cristallin,* et que, plus profondément encore, se trouvaient les parties

(1) *Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes.* Quatrième partie; Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique, 1888. — Cinquième partie; Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 3e série, tom. XVI. n° 11, 1888.

sensibles à la lumière, décorées du nom de *rétinules*. En réalité, et ce sont surtout les recherches de W. Patten qui l'établissent, la soi-disant rétinule n'est formée que de cellules pigmentaires protectrices; quant aux terminaisons nerveuses impressionnables, elles constituent un réseau très délicat qui occupe toute la hauteur du cône cristallin.

En partant des données anatomiques ainsi rectifiées, quelle théorie de la vision doit-on adopter *à priori?* Voici comment M. Plateau répond : " Les Insectes doivent distinguer la lumière de l'obscurité, percevoir des couleurs analogues à celles que nous percevons ou différentes, voir les mouvements,..... mais le fait que l'image cornéenne se peint sur ou dans un réseau nerveux très profond, offrant des terminaisons réceptrices à toutes les hauteurs, suffit, à mon avis, pour rendre la perception de cette image absolument confuse " (1).

M. Plateau adopte donc l'opinion professée, *pour des motifs divers,* par Lamarck, Treviranus, J. Müller, Grenacher, Exner, Notthaft, Sidney, J. Hickson, Carrière, Forel, etc., que la vision chez les Insectes est peu distincte ; au contraire, d'autres spécialistes, éminents d'ailleurs, Marcel de Serres, Claparède, Dor, Thompson Lowne et Patten admettent que beaucoup d'Insectes ont une vue excellente, opinion partagée par tous les entomologistes chasseurs et par les profanes.

Puisque la théorie ne nous apprend pas si les Insectes distinguent la forme des objets, il faut demander à l'expérience la solution de cette question. C'est ce qu'a fait M. Plateau, avec l'habileté et la perspicacité qui lui sont habituelles.

Profitant des objections qui ont été faites à son premier procédé, il l'a modifié. Rappelons d'abord en quoi il consistait. M. Plateau opérait dans une chambre carrée de 5 mètres de côté, éclairée par deux fenêtres percées dans une même paroi. Ces fenêtres étaient munies de volets pleins noircis, dont les joints étaient en outre recouverts de bandes d'étoffe noire; dans l'un des volets de chaque fenêtre on avait percé un orifice d'assez grandes dimensions, garni d'une vitre légèrement dépolie; des coulisses fixées aux bords des orifices permettaient de glisser devant ceux-ci des plaques de carton noir percées elles-mêmes d'ouvertures de toutes sortes de dimensions et de formes très diverses; M. Plateau disposait les ouvertures lumineuses de

(1) *Recherches expérimentales,* etc. Quatrième partie, pages 17 et 18 du tiré à part.

telle sorte que les Insectes volants, lâchés un grand nombre de fois, avaient à choisir entre une *ouverture assez large* pour qu'ils pussent y passer à plein vol et un *groupe d'ouvertures* individuellement trop étroites pour leur livrer passage, mais dont l'ensemble offrait un éclat égal ou même supérieur à celui de l'ouverture unique.

Ainsi conduites, les expériences montrèrent que les Insectes pourvus d'yeux composés ne distinguent pas ou distinguent fort mal la forme des objets.

Telle est la méthode qui a été critiquée, notamment par Forel, le savant myrmécologue suisse.

Dans le cours de ses dernières recherches, M. Plateau oblige les Insectes, non plus à gagner des orifices lumineux, mais à s'orienter au milieu d'objets ; il ne se contente plus d'expérimenter sur des individus captifs, mais il observe encore les Insectes à l'état de liberté; il n'opère plus dans une chambre obscure, mais dans un appartement relativement éclairé ; enfin il effectue des expériences comparatives à l'aide de Vertébrés.

M. Plateau soumet les Insectes à l'épreuve du *labyrinthe,* appareil qu'il a déjà employé pour étudier la vue des Myriopodes, des Scorpions et des Chenilles. Il se compose d'une surface horizontale de coloration uniforme neutre sur laquelle sont fixés des obstacles verticaux formés de lames rectangulaires de carton, blanches, brunes et noires; elles sont disposées en enceintes concentriques, polygonales ou elliptiques; entre tous ces obstacles existent de larges solutions de continuité par lesquelles les animaux expérimentés peuvent s'échapper. De plus, M. Plateau change les dimensions de l'appareil d'après la nature de l'Insecte qu'il veut étudier; celui-ci est posé, avec précaution et sans qu'il soit inquiété, au milieu du labyrinthe.

La Courtilière, la Blatte, le Perce-oreille, la Sauterelle verte parmi les Orthoptères, 10 espèces de Coléoptères, notamment la Cicindèle champêtre, à laquelle on accorde généralement une vue excellente, 14 espèces d'Hyménoptères, soit intacts, soit amputés de leurs ailes, 5 espèces de Diptères privés de leurs ailes ont été placés dans le labyrinthe. Les nombreux individus essayés ont fourni tous la même conclusion, du moins en dernière analyse : les Orthoptères et les Coléoptères voient fort mal; plusieurs vont même se heurter brutalement contre tous les obstacles du labyrinthe, au point qu'on entend parfois très distinctement une série de coups secs; au contraire les Hyménoptères et, à un moindre degré, les Diptères contournent à distance les bar-

rières et semblent se diriger au milieu des obstacles avec une sûreté remarquable. On aurait tort cependant d'en conclure que leur vue est nette : en réalité, ils se dirigent en ligne droite vers les fenêtres, mais, chemin faisant, ils passent dans l'ombre que déterminent les obstacles du labyrinthe (on peut admettre qu'à ce moment ils perçoivent une impression, peut-être simplement dermatoptique); on les voit ensuite marcher *parallèlement au contour de l'ombre,* reprendre enfin leur chemin vers la source lumineuse, et se livrer aux mêmes manifestations devant le prochain obstacle.

Dans tous les cas, les Insectes emprisonnés dans le labyrinthe, quels qu'ils soient, ne parviennent à en sortir qu'après avoir décrit force crochets ou zig-zags et s'être arrêtés un grand nombre de fois.

L'expérience du labyrinthe répétée en plein air conduit encore à la même conclusion.

Enfin, pour effectuer ses expériences comparatives sur les Vertébrés, M. Plateau s'est servi d'une sorte de grand labyrinthe, dans lequel il a essayé les espèces suivantes : Lapin, Chat, Cochon d'Inde, Coq, Canard, Lézard vert, L. des murailles, L. vivipare, Orvet, Couleuvre à collier, Cistude d'Europe, Tortue moresque, Grenouille brune, Crapaud calamite et Crapaud commun; tous ont circulé au milieu des obstacles sans les heurter, tous sont sortis du labyrinthe en effectuant un trajet sinueux fort simple : les Vertébrés distinguent donc les formes des objets aussi bien que l'homme.

Observations sur des Insectes en liberté. — Certes, les observations faites sur des Insectes en liberté ne manquent pas, mais il faut les éliminer à peu près toutes, parce que, presque toujours, les observateurs n'ont pas tenu compte de la perception des mouvements, ou de la présence de grandes surfaces blanches ou vivement colorées qui impressionnent les yeux les plus imparfaits, ou enfin de l'odorat dont la sensibilité est extraordinaire chez beaucoup d'Insectes.

Faisant la part de ces trois causes d'interprétations erronées, M. Plateau montre que les observations de plusieurs auteurs, d'après lesquelles les Insectes percevraient nettement les formes, perdent beaucoup de leur importance.

Puis il cite une longue série d'observations qu'il a faites sur *Libellula vulgata, L. fulva, Musca corvina, Ammophila subulosa, Bombus hortorum, Apis mellifica,* plusieurs espèces de *Syrphus,*

Vespa germanica, Insectes qui sont presque tous considérés comme voyant fort bien. Tantôt ces animaux percevaient des mouvements, mais ne distinguaient pas les formes des corps; tantôt ils les percevaient, mais confusément; souvent ils commettaient les erreurs les plus grossières ; ailleurs, ils n'utilisaient manifestement pas leurs organes visuels.

Ces observations concordent parfaitement avec les faits relatés à propos de *Bembex* et de *Chalicodoma,* dans les intéressants *Souvenirs entomologiques* de l'éminent observateur J. H. Fabre (1). Voici l'un de ces faits : " Deux *Chalicodoma muraria* construisaient chacune sur une pierre distincte, à peu de distance l'une de l'autre. Pendant une absence momentanée des deux Abeilles maçonnes, le naturaliste échange les constructions avec les pierres qui les supportaient, mettant une cellule entièrement finie, pleine de miel, à la place d'une cellule ébauchée, réduite à la première assise, et *vice versa.*

„ Les Hyménoptères reviennent et retournent à l'endroit précis où chacun d'eux travaillait primitivement. Vont-ils constater par la vue, ou au moyen d'un autre sens, que l'édifice sur lequel ils reposent n'est pas le leur ? Nullement : tous deux, comme des machines, continuent stupidement ce qu'ils avaient commencé. L'une des Chalicodomes construisait ; elle construit encore. Sans voir que la cellule est finie, elle y ajoute matériaux sur matériaux. La cellule était pleine de miel, n'importe, l'Insecte en met encore.

„ Le second individu aussi est persuadé que l'œuvre sur laquelle il s'est abattu lui appartient en propre ; sa cellule ne demandait plus qu'un couvercle, il s'efforce de fermer une cellule à peine commencée, trop petite, et où sa larve mourra bientôt d'inanition (2). „

Voici encore quelques faits du même genre. Sous une cloche de verre, *Halicte* s'approche inconsciemment de son ennemi héréditaire, *Cerceris ornata,* presque au point de lui toucher la tête. Il suffit de tendre devant les fenêtres un filet à larges mailles pour empêcher absolument les Mouches de pénétrer dans les appartements; des Bourdons et des Guêpes volent pendant longtemps le long de treillis ou de grilles à larges intervalles sans réussir à y passer, etc., etc.

Dans une troisième série d'expériences, M. Plateau oblige

(1) Paris, Delagrave, 1879.

(2) *Recherches expérimentales,* etc. Quatrième partie, pp. 56 et 57 ; d'après J. H. Fabre, *op. cit.*, p. 314.

des Insectes à choisir entre deux orifices de formes différentes qui ont en réalité la même surface : l'un permet très largement la fuite, tandis que l'autre est muni d'un treillis à larges barreaux. Cette expérience se passait non plus dans une chambre obscure, comme lors des premiers essais de M. Plateau, en 1885, mais dans une chambre où régnait un demi-jour, et l'auteur n'opérait que quand le ciel était bien lumineux; il a ainsi essayé 3 espèces d'Hyménoptères, 2 espèces de Lépidoptères diurnes, 2 espèces de Diptères ; dans de telles conditions, les Insectes ne tourbillonnent pas au hasard, comme on pourrait le supposer, mais ils s'orientent fort bien et volent directement au but ; souvent ils vont indifféremment vers l'orifice large ou vers le treillis ; parfois cependant il est manifeste qu'il choisissent, mais alors ils se laissent tromper soit par une différence d'éclat lumineux, soit par une différence apparente de surface.

Chose curieuse, les Vertébrés que M. Plateau a soumis à une expérience analogue, Lézard, Orvet, Couleuvre, Cistude, Calamite, Grenouille brune, Pinson, Chardonneret, se sont montrés, malgré leur vue plus puissante, aussi incapables que les Insectes de discerner à distance si un orifice permet ou non la fuite ; aussi M. Plateau reconnaît que la méthode des orifices est défectueuse, parce qu'elle demande aux animaux des raisonnements trop compliqués.

Addition aux recherches sur le vol des Insectes aveuglés(1). — Il y a quelques années, dans des expériences faites sur des Hyménoptères, des Odonates, des Lépidoptères et des Diptères, — expériences analysées ici en juillet 1888, — M. Plateau a vu les Insectes *diurnes* qu'il aveuglait s'élever verticalement vers le ciel à une grande hauteur, quand il les lâchait à l'air libre; il expliquait cette curieuse particularité par des perceptions *dermatoptiques*.

Pour éprouver la valeur de cette hypothèse, M. Plateau a renouvelé ses expériences, en se servant, cette fois, de Lépidoptères *nocturnes*. Il noircissait leurs yeux à l'aide de couleurs à l'huile, puis vers 8, 9 ou 10 heures, *quand la nuit était complète*, il les abandonnait à l'air libre, dans son jardin; presque toujours, M. Plateau réussit à voir dans quelle direction partaient les Papillons ainsi traités. 25 individus appartenant à 12 espèces ont été ainsi essayés ; or, ou bien ils s'échappaient horizontale-

(1) *Recherches expérimentales*, etc. Cinquième partie.

ment, ou bien ils volaient vers le sol ; aucun ne s'est élevé vers le ciel, qui n'envoyait, dans les conditions de l'expérience, qu'une lumière extrêmement faible, incapable de provoquer une impression dermatoptique. C'est là évidemment une confirmation éclatante de l'hypothèse du savant professeur de Gand.

Perception des mouvements chez les Insectes (1). Les recherches de M. Plateau nous ont appris que les Insectes ne distinguent pas nettement la *forme* des objets ; toutefois leurs yeux sont admirablement organisés pour percevoir les *mouvements*. En effet, leurs éléments récepteurs, séparés les uns des autres par des gaines de pigment, sont tournés suivant les divers rayons d'un hémisphère ; aussi quand un corps vivement éclairé se meut sur un fond sombre, ou qu'un objet obscur se déplace sur un fond lumineux tel que le ciel, ces mouvements doivent être très nettement perçus, parce qu'un certain nombre d'éléments sensibles de l'œil sont impressionnés les uns après les autres.

Tout le monde sait en outre qu'on peut approcher de très près et même toucher beaucoup d'Insectes, à la condition qu'on avance lentement et qu'on garde sensiblement la même attitude ; car au premier mouvement brusque du corps ou du bras, les Insectes s'envolent.

Voici les faits qui ont servi de point de départ à M. Plateau : " Lorsqu'on circule dans les allées d'un jardin ou lorsqu'on foule en marchant l'herbe d'une prairie, on voit une partie des Insectes occupant une zone de quelques mètres à peine de largeur fuir dans diverses directions ; mais si on cesse de bouger, ou, pour parler plus exactement, si on cesse les grands mouvements,... la confiance renaît bientôt dans tout ce petit monde et, au bout de peu de minutes, parfois de quelques secondes, les Lépidoptères et les Hyménoptères visitent les fleurs à vos pieds, les Libellules passent si près que vous entendez les battements de leurs ailes, et des Diptères se posent effrontément sur vos vêtements.

" Ce qui avait inquiété les Insectes, ce n'était donc ni votre forme, ni la couleur dominante de vos habits, ni l'odeur du corps humain, c'étaient uniquement vos mouvements... (2) "

M. Plateau a fait des observations ou des expériences fort simples sur une centaine d'Insectes en liberté appartenant aux

(1) *Recherches expérimentales*, etc. Cinquième partie.
(2) *Ibid.*, p. 8 du tiré à part.

différents groupes des Hyménoptères, sauf celui des Fourmis, aux Diptères, aux Lépidoptères diurnes, aux Odonates, aux Orthoptères et aux Coléoptères. Ces expériences ont été effectuées vers le milieu de la journée et seulement quand il faisait beau, dans des jardins, des promenades publiques, en pleine campagne ou sur les dunes du littoral.

De la grande quantité de documents accumulés par l'auteur, extrayons quelques faits, parmi les plus concluants :

a) La distance moyenne à laquelle les Hyménoptères de Belgique (les Fourmis exceptées) perçoivent les mouvements des objets volumineux est de 58 centimètres ; la plupart de ces Insectes se laissent toucher facilement si l'on observe les précautions indiquées plus haut.

En ce qui concerne les Fourmis, Forel nous apprend que quand on agite un objet à un mètre de distance au-dessus d'un dôme de *Formica rufa,* ces animaux perçoivent le mouvement ; au contraire, les objets immobiles sont vus beaucoup moins nettement et seulement de très près.

b) D'après les chiffres obtenus par M. Plateau, la distance moyenne à laquelle les Diptères perçoivent les déplacements des objets volumineux est de 68 centimètres ; on parvient d'ailleurs facilement à les toucher.

c) Les Lépidoptères diurnes les plus communs, mieux doués que les animaux précédents, remarquent déjà les mouvements des gros objets à $1^{m},50$ environ ; toutefois on peut prendre facilement à la main les Papillons; M. Plateau parvient quelquefois, « en agissant sans brusquerie, à toucher du doigt le même Papillon à plusieurs reprises, sur l'abdomen, sur le thorax, sur la tête même, et cela en plein soleil, alors que l'Insecte n'est pas absorbé par la succion des liquides d'une fleur ou de la sève qui découle d'un tronc d'arbre (1). »

Très probablement les mêmes faits se reproduiraient avec les Lépidoptères nocturnes.

d) A considérer les allures vives et les yeux si volumineux des grands Odonates, *Libellula, Cordulia, Æschna,* on croirait volontiers qu'ils ont une vue perçante. On sait d'ailleurs que les Libellules prennent leur proie en volant; on ne peut approcher les grands Odonates à moins de 3 à 5 mètres; Forel va jusqu'à comparer leurs chasses à celles des hirondelles.

Mais M. Plateau montre qu'en réalité ces Insectes perçoivent

(1) *Recherches expérimentales,* etc. Cinquième partie, p. 24 du tiré à part.

surtout les mouvements. Armé d'un filet en gros tulle blanc, *bien visible* par conséquent, qui était monté sur une canne longue de 80 centimètres, il a pu capturer ces Insectes quand ils étaient posés, en prenant la précaution d'avancer lentement; lorsqu'ils volent le long d'une rivière ou d'un étang, ils n'évitent le filet que s'il est en mouvement. Tout ce qui est mobile attire indifféremment leur attention, et on peut constater qu'ils se précipitent vers des insectes qu'ils ne mangent pas et même vers leurs semblables aussi brusquement que sur une proie; de plus, avec un peu d'adresse, on arrive à toucher les Odonates aussi facilement que les Papillons.

e) Tous les Orthoptères, qu'ils soient diurnes ou lucifuges comme la Blatte et la Courtilière, remarquent les grands déplacements à une distance voisine de 40 à 50 centimètres; moins bien partagé, le Perce-oreille semble ne percevoir rien de ce genre à aucune distance.

f) Chez les Coléoptères, la vision des mouvements paraît bien confuse, même chez les Carabiques aux allures rapides et aux mœurs carnassières. M. Plateau cite un Dytique qu'il élevait dans un bocal : son attention " n'était attirée ni par les contorsions d'un lombric suspendu par une de ses extrémités sous la surface du liquide, ni par les oscillations imprimées à un fragment de viande soutenu dans l'eau par un bout de fil. Le Dytique nageait çà et là, sans rien voir, et il fallait que le hasard le fît se heurter en quelque sorte à la viande ou au ver pour qu'il se fixât sur sa proie et y enfonçât ses mandibules (1) ".

Toutefois il faut excepter les Cicindèles, les tigres des Insectes, comme les appelait Linné; quand on marche, il est difficile d'en approcher à moins d'un mètre; à 50 ou 60 centimètres, ils remarquent déjà les oscillations d'un objet de dimensions restreintes.

En terminant l'analyse des dernières recherches de M. Plateau, nous croyons utile de résumer les résultats obtenus dans l'ensemble de ses études expérimentales sur la vision des Arthropodes :

a) Les Arthropodes privés naturellement d'yeux, tels que certains Mille-pattes, distinguent la lumière de l'obscurité, grâce à des *perceptions dermatoptiques;* celles-ci, très probablement, existent aussi chez la généralité des Arthropodes.

(1) *Recherches expérimentales*, etc. Cinquième partie, p. 37 du tiré à part.

b) Les Articulés qui n'ont que des yeux simples, tels que Mille-pattes, Aranéides, Scorpionides, Faucheurs, Chenilles, ont une vue généralement fort mauvaise; la distance où elle est le moins imparfaite est toujours extrêmement petite; elle est de 2 1/2 centimètres au maximum. Beaucoup d'entre eux, s'ils voient mal les contours des objets, perçoivent cependant les déplacements des corps.

Pour suppléer à l'insuffisance de la vue, les Myriopodes et les Chenilles se servent de leurs antennes, les Chenilles velues de poils tactiles spéciaux, les Aranéides et les Faucheurs de leurs pattes, et les Scorpions de leurs pinces.

c) Lorsque l'Articulé possède à la fois des yeux composés et des yeux simples, ceux-ci ne fournissent que des perceptions insignifiantes, complètement inutiles.

d) Les Insectes munis d'yeux composés ne voient pas nettement la forme des objets, mais ils perçoivent les mouvements un peu rapides; s'ils semblent, au premier abord, avoir une vue aussi puissante que celle des Vertébrés, c'est qu'ils sont guidés par l'odorat, ou par le toucher, ou par la vue de couleurs vives, ou encore qu'ils sont avertis par les mouvements de leur proie, de leurs semblables ou de leurs ennemis.

A. Buisseret.

GÉOGRAPHIE.

Le problème Chaco-Pilcomayo (1). — Depuis 1879, la république de Bolivie a perdu son littoral sur l'Océan Pacifique. Privée de ce débouché, elle a tâché de s'en ouvrir un vers l'Océan Atlantique par le Grand Chaco.

Le Grand Chaco, situé à l'angle nord-est de la République Argentine, se divise en Chaco boréal et en Chaco austral; il confine au Paraguay et à la Bolivie. Ce territoire, peu hospitalier, est traversé du nord-ouest au sud-est par le tributaire du Rio

(1) *Revue de Géographie* de Ludovic Drapeyron, 12e année, octobre 1888, pp. 241-246.

Paraguay, le Pilcomayo ; c'est sur les bords de ce cours d'eau que fut massacrée en 1882, par les Indiens Tobas, la mission du docteur Crevaux.

Le problème à résoudre ne date pas d'hier : il y a deux siècles qu'il tente en vain les explorateurs. En 1886, un voyageur français, M. Thouar, qui avait parcouru plusieurs fois le pays, entreprit sa solution. Il devait constater la possibilité de coloniser la contrée, et de relier le Pilcomayo supérieur au Rio Paraguay, soit en s'assurant de la navigabilité du fleuve, soit en construisant une voie carrossable à travers le Chaco. Il conduisit une expédition dans le nord du Chaco boréal, où une entreprise nationale voulait tracer une route de 1200 kilomètres entre Puerto Pacheco et Sucre, siège du gouvernement bolivien. Après avoir rayonné dans diverses directions, l'explorateur fut attaqué et arrêté dans sa marche par les Indiens, non loin de Carandiari ; une colonne de secours, sous les ordres du colonel Martinez, le tira de ce mauvais pas et le ramena à Sucre, fatigué et épuisé.

L'exploration de M. Thouar nous fait connaître l'hydrographie du Pilcomayo, jusqu'ici peu connue. Le haut fleuve, originaire de la Cordillère des Andes, est très encaissé et barré de nombreux rapides qui empêchent toute navigation. Ce désavantage est compensé par la fertilité des rives du fleuve et par la richesse de ses sables aurifères. Le cours moyen et le cours inférieur deviendront navigables le jour où la République Argentine, dont la frontière s'étend jusqu'au 22° lat. sud, y fera exécuter les travaux voulus. Dans son rapport au gouvernement bolivien, M. Thouar formule les conclusions suivantes, fruit de cinq années de travaux et d'observations (1883-1887) :

1° La partie nord du Chaco boréal constitue une zone extrêmement aride, dépourvue d'eau et de pâturages.

2° Il est impossible d'ouvrir une route carrossable à travers cette région pour relier Sucre à Puerto Pacheco.

3° Les frais de construction d'un chemin de fer ne seraient pas couverts par les profits de l'exploitation.

4° L'ouverture du Pilcomayo se réduit à de simples travaux de canalisation, largement compensés par les bénéfices de la mise en exploitation des sables aurifères de la rivière et des terrains fertiles qui bordent les deux rives.

M. Joseph de Brettes (1), autre voyageur français, a été plus

(1) *Exploration de M. de Brettes*, REVUE FRANÇAISE DE L'ÉTRANGER ET DES COLONIES, t. IX, 1er janvier 1889, pp. 56-58.

heureux que M. Thouar. Le 13 octobre 1886, il partait d'Apa (frontière du Brésil) et poussait vers Baranguerita (Chaco boréal). Après de nombreuses privations et des marches dangereuses au milieu des tribus indiennes, il arriva en territoire bolivien, à dix journées de marche du Pilcomayo. Il avait pu suivre pendant 72 lieues marines une *senda* (sentier) qu'il a relevée et qui, du Rio Paraguay, conduit en Bolivie à travers le Chaco.

La principale inconnue du problème est trouvée. Au gouvernement de la République sud-américaine incombe maintenant le soin d'élargir le sentier qui court en pays absolument plat, et de creuser les puits indispensables dans ces parages.

Configuration de l'Asie centrale (1). — Au centre de l'Asie se dressent, imposants par leur altitude et leur masse, plusieurs vastes plateaux. Ils sont sillonnés de nombreuses chaînes de montagnes, et enserrés par des plaines étendues où conduisent une suite de pentes et de terrasses.

Ces colosses, fort influents sur le climat et sur le règne organiques, occupent les deux cinquièmes de l'Asie et forment deux systèmes qui diffèrent par la superficie et par l'élévation. Le système oriental, environ 7 000 000 de milles carrés, comprend le plateau du Thibet, le grand désert de Gobi et les régions intermédiaires : son altitude varie de 4000 à 10 000 pieds. Le système occidental, formé par le plateau d'Iran (Perse), n'a que 1 700 000 milles carrés et n'est pas à 4000 pieds au-dessus du niveau des mers. Les deux systèmes ont un développement de 5500 milles de la mer de Corée à la mer Noire et au golfe Persique. La largeur latitudinale est fort variable : à l'est, entre la limite méridionale dans le Yunnan et la limite septentrionale dans la Mandchourie, elle est de 1800 à 2000 milles, tandis qu'elle ne compte pas 700 milles, à l'ouest, entre les côtes de Caramanie et de Gédrosie (dans le Béloutchistan), et les pentes abruptes par lesquelles on descend dans les plaines de Bokhara.

A leur point de jonction, les deux groupes de plateaux se rétrécissent et se soudent par les contreforts qui ont nom Himalaya, Hindou-Kouch et Tsung-Ling. A leurs extrémités, surtout au S-E et au N-E, se rattachent quelques crêtes qui n'ont aucune connexion entre elles.

(1) *Revue de Géographie* de Ludovic Drapeyron, 11e année, juin 1888, pp. 401-416; 12e année, septembre 1888, pp. 178-180. — Nous croyons devoir signaler que l'auteur, M. le Dr Cte H. Meyners d'Estrey, ne s'occupe guère dans son travail de l'étude du plateau de l'Iran : toutes ses faveurs sont réservées à l'Asie centrale et orientale.

Le plateau oriental de l'Asie est traversé en son milieu par les Thian-Chan et les Kouen-Lun; les monts Altaï, au nord, et les Himalayas, au sud, forment son revêtement extérieur. Ces quatre chaînes limitent les trois grandes plaines du centre du continent, où se trouvent la Dzoungarie, le Thibet et le Tangout.

Les Altaïs s'étendent du 36° au 49°30′ lat. nord et couvrent 40 000 milles carrés, c'est-à-dire la superficie de la France. On y signale de nombreuses rivières, des glaciers et des champs de neige perpétuelle fort étendus. Les colonnes de Kahunya, pics élevés de cette chaîne, ont une hauteur absolue de 11 723 pieds d'après le docteur Gobler, de 12 790 d'après Tchitchakoff. En fait de richesses minérales, on trouve dans ces montagnes des minerais d'or, d'argent, de cuivre et de fer.

Au sud des Altaïs se dressent, de l'est à l'ouest, les Thian-Chan, " monts célestes ", très riches en métaux. Leur longueur est huit fois celle des Pyrénées. A l'ouest de leur intersection avec le Belour-Tagh, ils portent le nom d Asferah et d'Ak-Tagh.

Après avoir traversé un district carbonifère, à l'est du volcan Turfan, en pleine activité, les Thian-Chan se confondent avec le désert de Gobi, situé entre Urga et la grande muraille chinoise ; ce désert, sans oasis, sans eau, sans le moindre pâturage, et dont le milieu n'a que 3000 pieds d'altitude, n'est pas une plaine unie, mais une vallée fort étendue, courant de l'ouest à l'est, et bordée au sud par les Kouen-Lun ; puis les " monts célestes " se terminent par la chaîne des In-Chan, " montagnes d'argent ", qui courent jusqu'aux rivages du Pacifique, non loin de Pékin.

Plus au sud, voici les Kouen-Lun, prolongés par l'Hindou-Kouch, région alpestre par excellence et point de jonction des deux grands plateaux asiatiques. Les Kouen-Lun, placés à la limite septentrionale du Thibet, plateau d'une altitude de 10 000 à 14 000 pieds, sont formés en grande partie par une masse confuse de montagnes. Ils se dirigent d'occident en orient, sous le 30° lat. nord, et vont rejoindre le nœud de montagnes où s'épanouit le Koukou-Noor, vaste lac de 64 kilomètres de largeur, de 106 kilomètres de longueur et d'une superficie totale de 4500 kilomètres carrés.

La hauteur moyenne des Kouen-Lun est de 20 000 à 21 000 pieds; le col de Karakoroum en mesure 18 600.

Le système montagneux des Himalayas est terminé à l'ouest par l'Indus, à l'est par le Brahmapoutra.

" Par rapport à l'Himalaya du nord-ouest et à la partie contiguë du Thibet, les frères Strachey et le docteur Thomson ont

montré que ni le Kouen-Lun, ni l'Himalaya, tels qu'ils sont marqués sur nos cartes, n'ont d'existence définie comme chaînes de montagnes, en dehors du plateau général du Thibet. Ce pays accidenté semble donc fournir le sommet d'un grand exhaussement de la surface terrestre, dont ces deux chaînes forment les limites sud et nord.

" Dans l'Himalaya oriental, M. Hooker a trouvé que la chaîne des Himalaya de nos cartes est une ligne imaginaire passant par certains pics élevés. — Loin de constituer l'axe réel, ces pics en sont au contraire très éloignés.

" Tout le long de la surface sud des Himalayas, depuis le débouché de l'Indus jusqu'à celui du Brahmapoutra, s'étend une plaine vaste et unie qui se prolonge jusqu'à Calcutta et, par les provinces du Pundjab et du Sindh, jusqu'à la mer d'Arabie. La transition de la plaine aux montagnes est subite et bien définie. „

Les Siwalik ou Sous-Himalayas, rangée de collines de formation tertiaire, hautes de quelques centaines de pieds à 3000 et 4000 pieds, se dressent subitement dans la surface unie de la plaine ; puis viennent des vallées de 2500 pieds d'altitude, dont le fond est couvert de gravier et de cailloux roulés ; — enfin, à une distance de 5 à 10 milles des collines, s'élève, à 7000 pieds, la grande région montagneuse qui s'étend sur une longueur de près de 500 milles.

A environ 80 à 90 milles au nord de la limite méridionale de la chaîne se dressent les pics les plus élevés ; leur altitude atteint 20 000 et même 28 000 pieds dans les Himalayas orientaux. Ils se trouvent sur une ligne continue, mais sont séparés les uns des autres par de profondes dépressions.

Comme dans les autres majestueuses chaînes asiatiques, les crêtes élevées sont couvertes de neiges éternelles et de glaciers, qu'on ne rencontre pas au-dessous de 11 500 pieds d'altitude.

Plusieurs cours d'eau fort importants sillonnent le plateau asiatique oriental. Au nord, l'Obi, grossi du Tobol et de l'Irtisch ; le Yénisséi, avec son tributaire l'Angara, originaire du lac Baïkal ; enfin la Léna et l'Amour. Le cours de ces fleuves est de 2000, 3200, 2800 et 1750 milles ; les surfaces drainées sont de 1 250 000 et 1 040 000 milles carrés, et pour chacun des deux derniers, 800 000 milles carrés. C'est plus que la superficie de l'Europe.

Ces artères fluviales sont poissonneuses ; leur cours inférieur est obstrué par les glaces six mois par an.

Les deux grands cours d'eau de l'est sont le Hoang-Ho (fleuve jaune) et le Yang-Tse-Kiang (fleuve bleu), longs de 2300 et 3300

milles, et reliés dans leur cours inférieur par un réseau de canaux; la superficie de chaque bassin est de 700 000 milles carrés. La marée se fait sentir à 400 milles des embouchures des deux fleuves, distantes de 100 milles environ. Dans la partie méridionale du plateau les cours d'eau forment trois groupes distincts :

1° A l'est du Gange, des rivières qui ne sont connues que dans leur cours inférieur. 2° Le Gange, 1940 milles de développement, qui sort des Himalayas, se grossit du Brahmapoutra, originaire de la vallée d'Assam, et va se perdre dans le golfe du Bengale, dont le delta constitue un canevas de rivières et de canaux. 3° L'Indus, si célèbre dans l'histoire. Il descend des monts Kailasa, en plein Thibet; ce n'est donc point sur les revers méridionaux des Himalayas, mais bien sur leur flanc septentrional qu'il a sa source. Grossi du Sutledj, il coupe la chaîne des Monts-Neigeux dans sa largeur, reçoit les eaux du Pundjab, " cinq rivières ", et se jette dans l'Océan après un cours de 2300 milles. Le Gange et l'Indus parcourent chacun 400 000 milles carrés.

Les explorations étant moins nombreuses dans la partie occidentale de l'Asie, M. le comte H. Meyners d'Estrey se borne à signaler brièvement les deux chaînes qui forment le revêtement septentrional et méridional du plateau de l'Iran : au sud, la chaîne du Taurus, de l'embouchure de l'Indus à l'extrémité du Taurus de Lycie, dans l'Asie-Mineure (c'est une distance de 2800 milles environ); au nord, une suite de crêtes, longues de 2500 milles, formant les prolongements de l'Hindou-Kouch, le Demavend, l'Elbourz, voisin de la Caspienne, et les monts de l'Azerbijan et de l'Arménie.

Chemins de fer des Balkans (1). — Pour aller de Vienne à Constantinople, les voyageurs devaient passer par Routschouk et Varna, où ils avaient à prendre le paquebot. Le Congrès de Berlin de 1877 décida de modifier ce trajet et de relier la ligne internationale Vienne-Budapest-Belgrade-Nisch à Salonique et à Constantinople. Les puissances balkaniques (Turquie, Serbie, Bulgarie) s'engagèrent à construire sur leurs territoires respectifs les sections de cette importante voie de communication.

Le chemin de fer de Macédoine était établi de Salonique à Mitrovitza; pour le relier à Nisch, on a construit deux embranchements : Nisch-Vrania, en Serbie; et Vrania-Uskub-Mitrovitza, en Macédoine.

(1) *Revue française de l'étranger et des colonies*, tomes VII et VIII (1888), passim.

En Roumélie, la ligne ferrée partait de Constantinople et traversait Andrinople et Philippopoli. Sa longueur était de 560 kilomètres. La Turquie a établi le tronçon de ligne Philippopoli-Bellova-Vakarel (46 kilomètres), que la Bulgarie a pu prolonger cette année jusqu'à Pirot en passant par Sofia (112 kilomètres). Le gouvernement serbe avait déjà construit, en 1887, la section Nisch-Pirot.

Grâce à ces divers travaux, Salonique et Constantinople sont reliées directement à la capitale de l'Autriche et aux grandes lignes de l'Europe centrale.

On peut se rendre en 30 heures de Vienne à Salonique. Le voyage de Paris à la capitale ottomane s'effectuera en moins de quatre jours.

Les Anglais au Thibet ; le Sikkim (1). — Le petit état semi-indépendant du Sikkim est borné au nord par le Thibet, à l'est par le Bhoutan, à l'ouest par le Népaul et au sud par le Bengale. C'est un rectangle de 1550 milles carrés, compris entre 26° 40′ et 28° de lat. N, 85° 40′ et 86° 40′ environ de long. E de Paris. La capitale est Tumloong.

Le Sikkim est gouverné par un rajah, à la fois pensionnaire de l'Angleterre, tributaire de la Chine et quelque peu dépendant des Lamas du Thibet. Ces derniers revendiquent actuellement leurs droits à la suzeraineté de ce petit royaume. réclamé aussi par l'Angleterre. Les 7000 habitants du pays sont la plupart bouddhistes. Ils appartiennent à trois nationalités distinctes :

Les Lepchas, aborigènes du Sikkim, sont de race mongole, petits, trapus, peu courageux. Ils cultivent de petits terrains, se déplacent tous les ans, et adorent les forces de la nature sous la forme de démons. Cette race tend à disparaître.

Les Bhoutanais ressemblent beaucoup aux Thibétains et sont de purs Tartares. Ils ont même chevelure, même vêtement, même chaussure que les fils du Céleste Empire. Leur taille et leur force égalent leur indolence. Ils fixent sur de grands bâtons, dressés autour de leurs demeures, des banderoles de papier portant imprimées en caractères chinois des invocations à leurs divinités. " On les rencontre souvent sur les chemins faisant tourner leurs machines à prières, qui consistent en des cylindres de cuivre jaune ou rouge; ils enferment à l'intérieur un

(1) *Revue française de l'étranger et des colonies*, tome VIII, pp. 116 et 368.

rouleau de prières imprimées, auquel sont attachés de petits poids pour le faire pivoter du moment où on le met en mouvement. „

La troisième nationalité représentée au Sikkim est formée par les émigrants du Népaul. Ceux-ci, au nombre de 3000 environ, ont conservé l'esprit de caste. Leur religion est un mélange de bouddhisme et de brahmanisme. La plupart portent à la ceinture une arme tranchante de forme recourbée, tandis que les Bhoutanais et les Lepchas ont le sabre à lame droite.

Le Sikkim a une grande importance pour les Indes. Il forme un angle saillant vers le Thibet et constitue la seule voie commerciale qui relie Calcutta au centre du pays des Lamas, à travers les Himalayas. De plus, il commande le district de Darjeeling, entrepôt principal du commerce des thés dans ces parages et sanitorium des troupes européennes éprouvées par les chaleurs torrides de l'été.

Le canal de Suez et le commerce de l'Angleterre (1). — La question du canal de Suez est une des plus intéressantes qui ont été traitées dans le discours prononcé par le colonel Sir C. W. Wilson au Congrès scientifique de Bath. Le conférencier ne trouve guère cette grande voie maritime favorable au commerce des Iles Britanniques.

Jadis les produits de l'Extrême-Orient étaient transportés directement en Angleterre, où la répartition se faisait entre les nations européennes. Aujourd'hui ils sont amenés soit aux ports de la Méditerranée, Trieste, Venise, Marseille, soit à Anvers et à Hambourg, villes qui sont devenues des centres de distribution pour l'Europe méridionale et septentrionale.

La nouvelle route maritime, moins dangereuse que celle suivie autrefois, a entraîné, pour le commerce de l'Orient, la construction de navires à vapeur d'un type spécial, bons marcheurs, sans doute, mais incapables de faire le parcours plus long et plus difficile par le cap de Bonne-Espérance. Or il faut prévoir la nécessité d'effectuer ce trajet : la guerre en effet peut un jour amener la fermeture du canal de Suez, et dans ce cas que ferait l'Angleterre, privée d'une classe supérieure de steamers marchands ?

Il est un dernier péril signalé par le colonel Wilson : c'est la concurrence de l'agriculture et de l'industrie hindoues. La pro-

(1) Proceedings of the Royal Geographical Society of London, octobre 1888, pp. 660-661 : *Address of the President Colonel Sir C. W. Wilson.*

duction du blé a pris aux Indes un très grand développement ; de son côté l'élan commercial et manufacturier est remarquable ; c'est presque une révolution économique qui se prépare. De 57 millions, chiffre atteint avant 1874, les exportations de l'Inde se sont élevées à 88 millions en 1884. Puisse l'ouverture du canal de Suez n'être pas pour l'Angleterre ce que fut pour Venise la route maritime du Cap !

Route arctique des Iles Britanniques à la côte occidentale de la baie d'Hudson (1). — Depuis les deux voyages de Nordenskjöld, diverses expéditions ont été dirigées vers les mers du pôle. Ce n'est plus seulement dans un but purement scientifique qu'on explore les mondes arctiques; le commerce et l'industrie se sentent à l'étroit dans les sphères connues et demandent de nouveaux débouchés.

Le Manitoba peut former un de ces débouchés, si l'on parvient à établir la navigabilité de la mer d'Hudson.

Le commodore Markham, de la marine anglaise, a voulu étudier sur place les données de ce problème géographique, étroitement lié au mouvement des glaces dans ces parages, et il a fait la traversée du détroit et de la baie d'Hudson pendant l'été de 1886.

La baie est une vaste mer intérieure, située en dehors de la zone arctique et comprise entre 51° et 64° de lat. nord, 78° et 95° de long. ouest. Elle mesure 900 milles (2) du sud au nord, et 600 milles de l'ouest à l'est; sa superficie est de 500 000 milles carrés environ.

La profondeur est de 70 brasses; le fond ne présente ni rochers, ni bancs de sable. On n'a rien à craindre des rares tempêtes qui éclatent dans la baie; les montagnes de glace y sont inconnues, et les brouillards, l'ennemi le plus redoutable du navigateur, peu fréquents et de courte durée.

Les côtes jouissent d'un climat doux pendant l'été, fort rigoureux pendant l'hiver.

Pour pénétrer dans la baie il n'y a qu'une seule route : le détroit d'Hudson, long de 500 milles, large de 45 à 100, et profond de 150 à 300 brasses. Ici encore on ne rencontre ni rochers, ni bancs de sable, ni obstacles de nature à rendre la navigation

(1) Proceeding of the Royal Geographical Society of London, septembre 1888. *Hudson's Bay and Hudson's Strait as a navigable Channel,* par A. H. Markham, pp. 549-567.

(2) 1 acre = 4046$^{m.c.}$7100 ; 1 mille anglais = 1609^{m}314 ; 1 brasse = 1^{m}829.

particulièrement dangereuse. Plusieurs considèrent comme un péril la présence des glaces dans ces parages : voyons si les faits confirment ces craintes. La Compagnie de la mer d'Hudson a maintes fois envoyé des bâtiments dans les eaux de cette mer ; ils entraient dans le détroit au commencement d'août et revenaienten septembre ou octobre, sans avoir été arrêtés ou fortement entravés dans leur marche par le mouvement des glaçons. Pour une série de voyages (1835-1846), le temps moyen de la traversée du canal d'Hudson a été de 16 jours; les parcours les plus longs ont demandé 31 jours, les plus courts 8 jours.

Il ne faut pas imputer les retards aux glaces; comment admettre qu'elles aient pu réellement emprisonner les navires, puisqu'ils ne mettaient généralement que cinq semaines pour aller de York-Factory à Londres?

La véritable cause des retards réside dans le temps calme et dans les courants contraires. Autrefois on n'employait guère que des voiliers; le vent constituait leur seule force motrice, et allongeait ou raccourcissait les voyages. De nos jours, la vapeur a modifié la navigation dans les mers de glace; les steamers peuvent braver les glaçons qui enrayaient la marche des voiliers. Ils pourront donc avec plus de sécurité entreprendre les mêmes voyages que ceux-ci, lorsqu'on les aura armés de propulseurs puissants et construits tout exprès pour la navigation spéciale que nous avons en vue.

Pendant les années 1884, 1885, 1886, le gouvernement canadien a envoyé une expédition pour s'assurer de la navigabilité de la baie et du détroit d'Hudson. Il résulte des divers rapports que le détroit est absolument libre de glaces de la mi-août au 1er octobre, soit six semaines par an.

Le commerce par voie maritime avec le Manitoba est donc possible pendant ce laps de temps; encore faudrait-il créer un bon port à Fort Churchill où à Port Nelson, et le relier par un chemin de fer à la ville de Winnipeg, capitale du Manitoba.

Le gouvernement canadien a obtenu du Parlement 7 millions d'acres de terre et le terrain voulu pour la construction et la subvention d'une ligne ferrée longue de 700 milles (275 milles séparent le lac Winnipeg de la baie d'Hudson).

L'établissement du chemin de fer et l'exploitation de la route maritime réduiront de moitié les frais de transport des produits du Manitoba. En 1887, celui-ci et le territoire du nord-ouest ont produit 16 millions de boisseaux de blé.

Le principal débouché de ce grenier d'abondance était jusqu'à

ce jour le *Canadien-Pacifique*, qui relie Vancouver à Montréal et à Québec. On pouvait aussi utiliser la voie d'eau : les lacs Supérieur, Huron, Erié, Ontario, le fleuve Saint-Laurent et le détroit de Belle-Isle, au nord de Terre-Neuve.

Mais la ligne de communication la meilleure et la plus courte sera celle de la baie d'Hudson (1).

Le général Prejévalsky (2). — Le général Nicolas Mikhaïlovisch Prejévalsky est mort le 20 octobre (1er novembre) à Karakol (Asie russe) pendant les préparatifs d'une nouvelle expédition au Thibet. C'est une perte regrettable pour la science géographique et aussi pour les sciences naturelles, qui ont largement profité des travaux scientifiques d'un des plus grands explorateurs de ce siècle.

Grâce aux labeurs du général, et à une suite de fatigues toujours étroitement liées à des privations vaillamment supportées, l'Asie centrale est mieux connue, dans son aspect général, dans sa faune, sa flore et son climat que bien d'autres contrées sans cesse parcourues par les savants.

Les collections d'objets d'histoire naturelle réunis par M. Prejévalsky sont, au dire de M. Strausch, directeur du musée zoologique de l'Académie des sciences de St-Pétersbourg, beaucoup plus importantes par leur valeur scientifique que par leur volume. Elles contiennent plus de 30 000 spécimens : 703 mammifères, 5000 oiseaux, 400 œufs, 1200 reptiles et batraciens, 800 poissons, 400 mollusques, 10 000 insectes et 15 000 à 16 000 plantes.

Le capitaine d'état-major Prejévalsky explora en détail, de 1867 à 1869, le bassin de l'Oussouri ; le récit de son voyage fit pressentir sa grande réputation scientifique. Le premier voyage

(1) Les indications suivantes ont leur utilité :

La distance de Liverpool à Fort Churchill est de 2930 milles marins.

La distance de Liverpool à Québec (par le nord de Terre-Neuve) est de 2650 milles marins.

La distance de Liverpool à Québec (par le sud de Terre-Neuve) est de 2820 milles marins.

La distance de Liverpool à Halifax est de 2490 milles marins.

La distance de Liverpool à New-York est de 3040 milles marins.

La distance de Fort Churchill à Winnipeg est de 700 milles anglais.

(2) V. Comptes rendus de la Société de Géographie de Paris, séance du 16 novembre 1888, pp. 445-448 : *La mort du général Prejévalsky*, par M. Venukoff ; et Revue française de l'étranger et des colonies, t. VIII, 1838, pp. 629-630 : *Asie centrale ; Mort de Prejévalsky.*

en Mongolie fut entrepris en 1870. Partie de Pékin, l'expédition traversa la Mongolie, la contrée de Tangout jusqu'au Koukou-Noor, franchit en deux endroits le fleuve Hoang-Ho et regagna Pékin par la vieille route suivie par Marco-Polo. Prejévalsky reprit cette exploration en 1872; il campa sur les bords du Koukou-Noor, à 10 000 pieds au-dessus du niveau de la mer, gravit les hauteurs du Thibet septentrional, mais dut rebrousser chemin, ne pouvant traverser le désert qui le séparait de Lassa, lorsqu'il en était à peine éloigné de vingt journées de marche. A son retour, l'officier russe traversa la solitude de Gobi et arriva à Kiakhta en 1873. Ce voyage fut suivi d'une relation détaillée et de quelques mémoires spéciaux sur la zoologie. Prejévalsky venait d'ouvrir de vastes horizons à la Russie, car il lui signalait tout un monde à explorer. Frappés des découvertes du général, la Société de géographie de Saint-Pétersbourg, le Ministère de la guerre, l'empereur Alexandre II lui-même, appuyèrent et protégèrent le voyage qu'il dirigea de 1876 à 1877, au cœur même des déserts asiatiques, et qui aboutit à la découverte des monts Altyn-Tagh et à la détermination de la vraie position du Lob-Nor et du Bas-Tarim.

La troisième exploration (1879-1880) fut dirigée vers le Koukou-Noor, l'Amdo et le nord-est du Thibet.

Enfin, de 1883 à 1885, le général entreprit l'étude de tout le système orographique des Kouen-Lun, à partir des sources du Fleuve Jaune jusqu'à Khotan. Cette chaîne est plus longue et quatre fois plus haute que les monts Ourals. La relation de ce dernier voyage a paru peu de jours avant le départ de la cinquième expédition (1). L'explorateur avait l'intention d'aller à Kéria et de se rendre par Tchertchen aux bords du lac Gass, d'où un sentier de 900 kilomètres le conduirait à Lassa. Ce voyage va être continué.

Pendant ses quatre explorations dans l'Asie centrale, Prejévalsky a parcouru, soit à pied, soit à cheval, jamais en voiture, 31 360 kilomètres, savoir : en 1870-73, 12 000 ; — en 1876-77, 4000 ; — en 1879-80, 7560 ; — en 1883-85, 7800. Il a tracé lui-même ces voyages sur la carte.

(1) La Société russe de géographie a publié une édition de ce voyage : *De Kiakhta aux sources du Fleuve Jaune : exploration du Thibet septentrional et route à travers le bassin du Tarim par le Lob-Nor.* 1 vol. in-4, 530 pp., et 3 cartes.

Archipel Engano (1). — Cet archipel, situé dans l'océan Indien, au sud-est de l'île de Sumatra, entre 102° 7′ 41″ et 102° 23′ 3″ long. E Gr., 5° 18′ et 5° 30′ 30″ lat. S, a une superficie de 23 milles carrés géographiques.

Partie intégrante des Indes néerlandaises, il est rattaché administrativement à la résidence de Benkoulen, division de Kroë. L'archipel, formé de l'île principale Eloppo, et de six îles plus petites et inhabitées, comprend 50 localités, groupées en 13 cantons. Quoiqu'il soit emprisonné par une ceinture de récifs presque continue, les navires peuvent néanmoins profiter de ses bons mouillages, grâce aux canaux ménagés par la nature au milieu des rochers. Le passage qui conduit à Eloppo est large de 70 mètres.

L'île principale, aux côtes sinueuses, est sillonnée par plusieurs rivières larges et profondes à leur embouchure, et par de nombreux ruisseaux. Pas de route dans ce coin de terre, mais des sentiers souvent bien ardus. La faune et la flore, assez développées, ont beaucoup d'analogie avec celles de Sumatra.

Le chiffre de la population autochtone est de 886 h.; avec les Chinois, les Bantams, les Bataviens et les Malais, il atteint 930 âmes, soit 40 âmes par mille géographique, d'après la statistique officielle de 1885.

La tradition veut que les Enganais soient de race chinoise.

Le Niari-Kouilou (2). — Le gouvernement français, sachant l'impossibilité d'arriver au Stanley-Pool par la voie de l'Ogooué, impropre à la navigation, voudrait y parvenir par la vallée du Niari-Kouilou, dont le bassin lui a été cédé par l'État indépendant du Congo. Il a donc fait mettre à l'étude le problème technique de la navigabilité du Niari.

Le cours moyen et le cours supérieur du fleuve ont été explorés en pirogue; sa partie inférieure a été étudiée en détail par le capitaine Pleigneur d'abord (il a péri dans les chutes du Bas-Kouilou), puis par M. l'ingénieur Jacob. Toutes ces reconnaissances signalent le cours d'eau comme étant d'une navigabilité pratique certaine. Il y a certes des obstacles à vaincre, mais l'art de l'ingénieur en aura raison sans trop de peine.

(1) Tijdschrift van het Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap. *De eilandengroep Engano*, pp. 272-314, par O. L. Helfrich.

(2) Comptes rendus de la Société de Géographie de Paris, séance du 2 novembre 1888: *Rapport sur le nivellement du Niari-Kouilou*, par M. l'ingénieur Jacob, pp. 433-436, avec un croquis.

Deux séries de rapides obstruent le cours inférieur du fleuve, une en aval et une en amont de la chute peu brusque de Koussounda, dont la hauteur, mesurée le 10 décembre 1887, est de $2^m,39$. On compte 6 kilomètres de Kakomoéka au premier rapide, et autant de celui-ci à Koussounda ; entre ces points la différence de niveau est de 2 et de 6 mètres, soit 8 mètres pour une distance de 12 kilomètres. En amont de Koussounda se trouve la vraie région des rapides, longue de 57 kilomètres. La différence de niveau entre la chute et le dernier rapide est de $38^m,50$. Pour une distance de 69 kilomètres, du dernier rapide à Kakomoéka, la différence de niveau est donc de $46^m,50$.

Tous ces rapides n'ont pas la même importance; la plupart sont formés par des étranglements du lit de la rivière et par des roches isolées réduisant le passage, plutôt que par un surhaussement brusque et uniforme du sol. Quoi qu'il en soit, M. Jacob, dont les travaux de nivellement sont très importants, et qui s'est mis au point de vue spécial de l'utilisation du cours d'eau comme voie de communication, M. Jacob, disons-nous, est absolument convaincu de la possibilité de rendre navigable la région des rapides : ou bien il suffira d'un simple déblai de rochers dans le lit du fleuve, ou bien on devra construire à la chute un barrage qui, en relevant le niveau du fleuve, le rendra propre à la navigation, et réduira de plus des 2/3 la route suivie maintenant par les caravanes. Le dernier point navigable du Niari-Kouilou ne serait plus qu'à 100 kilomètres de Brazzaville, où se trouve le prodigieux réseau fluvial du Congo et ses affluents.

M. Jacob, qui rejette l'idée de la construction d'un chemin de fer, entrevoit l'hypothèse où l'effet du barrage devrait se faire sentir jusqu'au dernier rapide. Il confesse que dans ce cas la difficulté serait grosse. A lire entre les lignes, nous pensons même que le grand travail projeté serait irréalisable.

Les îles Philippines (1). — L'archipel des îles Philippines est un des groupes océaniens les plus importants. Il se compose approximativement de 1000 à 1200 îles, comprises entre 4° 34′ et 21° 13′ de lat. N, 120° 40′ et 130° 37′ de long. E (méridien de Madrid).

Parmi ces îles, dont la moyenne partie est inhabitée et sans

(1) *Rapport de M. d'Hane-Steenhuyse, consul-général aux îles Philippines*, Recueil consulaire belge, 1888, t. LXII, pp. 5-153.

grande importance, on remarque surtout: au nord, Luçon, Luzon en espagnol, la plus considérable de l'archipel. Sa superficie est de 110 940 kilomètres carrés, de 120 250 kilomètres carrés si l'on y comprend les îlots qui l'entourent (Manille, capitale de l'archipel et siège du gouvernement des Philippines, y est située au fond d'une baie remarquable de trente lieues de circonférence); les îles Batanes (elles sont quatre) et les îles Babuyanes, les plus septentrionales des Philippines, distantes de l'île Formose de 200 kilomètres seulement. Elles mesurent 620 kilomètres carrés (19° 57′ 30″ à 20° 28′ 30″ lat. N; 126° 27′ à 126° 47′ long. E, méridien de Madrid); au sud Mindanao, qui compte 87 680 kilomètres carrés, d'après d'autres calculs 84730.

Il y a trois saisons dans l'archipel. La saison tempérée et sèche comprend une partie de novembre, les mois de décembre et de janvier, et une partie de février. Mars, avril, mai appartiennent à la saison des grandes chaleurs et de la sécheresse. Enfin on jouit de la saison tempérée et humide de juin à novembre exclusivement. Ces indications se rapportent au centre et à la partie occidentale de l'archipel ; car sur le littoral oriental, grâce aux vents du nord, la saison est pluvieuse, alors qu'elle est sèche et tempérée sur la côte baignée par la mer de Chine.

Le maximum thermométrique est de 35, 36, 37 et parfois 40° C. Le thermomètre ne descend jamais en dessous de 16°.

La flore est assez riche; le règne minéral, dont on s'est peu occupé, paraît l'être aussi. La faune ne compte ni lion, ni tigre ; mais on y voit figurer entre autres le buffle (carabao), réduit à la domesticité, le sanglier, le cerf, la gazelle, le bœuf, le mouton, le porc, la chèvre, un cheval de fort petite race, le chien, le chat, des légions de rats et de souris; puis l'aigle, le faucon, l'épervier, la caille, la bécasse, le perroquet, le pélican, le canard sauvage, l'oiseau-mouche, la poule, le coq, destiné aux combats dont les indigènes sont friands, le caïman, le requin, de nombreux poissons, la couleuvre *(Dahon Palay),* des nuées d'insectes et de moustiques, la fourmi et la sauterelle, devenue le fléau du pays.

L'archipel est divisé en 55 provinces et districts; Luçon seule en renferme 28.

Nous extrayons du rapport de M. d'Hane-Steenhuyse quelques renseignements sur quatre autres archipels océaniens appartenant à l'Espagne. Leur importance est minime, la superficie inconnue, la population clairsemée.

L'archipel Jolo est composé de plus de 130 îles; ses limites

sont : au nord la mer de Jolo; au nord-est l'île de Basilan; à l'est et au sud la mer des Célèbes; à l'ouest l'île de Borino. Au point de vue commercial, il a été déclaré libre par traité passé le 11 mars 1887, entre l'Espagne, l'Angleterre et l'Allemagne. Température maximum 33° C.

Les îles Palaos (Pelew) sont situées à l'est de Mindanao, entre 5° et 9° lat. N, 130° et 135° long. E de Paris. Elles comptent 200 îlots et 1200 habitants seulement.

A l'est des îles Pelew, par 5° et 12° lat. N, 135° et 165° long. E de Paris, se trouve l'archipel des Carolines; il forme 48 groupes renfermant 500 îles et îlots. L'île principale est Yap, siège du gouvernement des Carolines, située au N-E de l'archipel. Le thermomètre y oscille entre 23° et 30° C.

Les îles Mariannes ou des Larrons, appelées autrefois archipel Saint-Lazare, au nord des Carolines et des Palaos, sont comprises entre 12° 30′ et 20° 13′ lat. N, 141° et 143° long. E de Paris. La température moyenne est de 26° C.

Guajan, où se trouve Agañâ, la capitale du groupe, est la plus importante des 16 ou 17 îles, en partie inhabitées, qui constituent l'archipel.

F. Van Ortroy,
Lieutenant de cavalerie.

CHIMIE.

Sur la décomposition explosive de l'acide picrique. — Comme on le sait depuis longtemps, les sels de l'acide picrique se décomposent avec une grande violence sous l'influence de la chaleur et du choc. Ce fait s'accorde parfaitement avec un grand nombre de phénomènes du même genre. Nous voyons, en effet, ici comme dans une foule d'autres cas, la présence du fragment AzO_2 de l'acide azotique communiquer à des corps tout à fait inoffensifs des propriétés explosives. Pour ne rappeler que les exemples les plus connus, quand on remplace dans la molécule de la glycérine trois atomes d'hydrogène par trois fois le groupement AzO_2, ce qui se fait aisément par l'action du mélange nitro-sulfurique sur la glycérine, on obtient ce corps redoutable

qu'on désigne généralement sous le nom de nitroglycérine. Par une réaction analogue, en substituant dans la cellulose le groupement AzO_2 à un certain nombre d'atomes d'hydrogène, on obtient la nitrocellulose, ou le coton-poudre. C'est aussi à la présence de ce fragment AzO_2 que les picrates doivent leur caractère explosif, puisque l'acide picrique n'est que l'acide phénique dans lequel on a remplacé trois atomes d'hydrogène par autant de fois le groupement AzO_2.

Cependant dans ces derniers temps on a voulu voir une différence entre l'acide picrique et ses sels. Tandis que ceux-ci chauffés à la température d'environ 320° font explosion avec violence, on doutait que l'acide picrique lui-même pût faire explosion par simple échauffement.

Pour tirer la chose au clair, M. Berthelot a examiné les circonstances dans lesquelles l'acide picrique subit une décomposition accompagnée d'explosion (1). Ce savant chimiste avait étudié antérieurement les conditions dans lesquelles une décomposition prend un caractère explosif. Il est évident qu'en général il faut pour cela que la décomposition, commencée en un point, se propage rapidement dans la masse entière du corps. Or M. Berthelot avait trouvé que toutes les fois qu'une réaction dégage de la chaleur, la vitesse de cette réaction est d'autant plus grande que la matière se trouve dans un état de plus grande condensation, et que la température est plus élevée. L'étude actuelle de la décomposition explosive de l'acide picrique vient confirmer ces principes. Si l'on porte ce corps, ainsi que d'autres composés nitrés, brusquement à une haute température, dans un vase ouvert préalablement chauffé lui-même, on provoque une décomposition très violente, accompagnée d'une explosion; mais si l'on amène ces substances lentement à la température voulue, la décomposition se fait sans aucune explosion. De même, si l'on projette dans un vase très chaud une quantité de ce corps assez grande pour refroidir le vase au-dessous de la température nécessaire pour une décomposition rapide, l'explosion ne se produit pas.

Pour expliquer cette différence dans les résultats, il faut remarquer qu'une même substance peut donner différents produits de décomposition, suivant la température et une foule d'autres circonstances dans lesquelles se fait la réaction. Dans le cas où l'acide picrique se décompose avec explosion, le carbone

(1) *Annales de chimie et de physique*, 6e série, t. XVI, p. 21.

qui est mis en liberté ne se montre pas comme tel, mais se combine avec l'oxygène du fragment AzO_2 pour donner des produits gazeux. Quand, au contraire, la décomposition de l'acide picrique se fait sans explosion, on constate un dépôt de charbon, plus ou moins abondant suivant les conditions dans lesquelles on a opéré. Or, de la présence de ces produits, on doit conclure que dans le premier cas il y a dégagement de chaleur et expansion du volume bien plus considérables que dans le second cas. Ces phénomènes expliquent pourquoi la réaction,tantôt présente un caractère explosif, et tantôt en est dépourvue.

Action du sucre sur les sels de cuivre. — L'action réductrice des différentes sortes de sucre sur les sels cuivriques est connue depuis longtemps. Le dosage du sucre par la liqueur de Fehling n'est que l'application de cette propriété. Toutefois, cette solution alcaline n'est pas réduite par le sucre ordinaire, ou le saccharose, mais seulement par le glycose ; de sorte que si l'on veut doser le saccharose par la liqueur de Fehling, il faut d'abord le transformer en sucre glycose, ce qui se fait aisément par une ébullition prolongée avec un acide fort, avec l'acide chlorhydrique par exemple. M. Monnet (1) a repris l'étude de l'action réductrice qu'exercent les sucres sur les sels cuivriques ; voici, en peu de mots, les résultats auxquels il est arrivé.

Une solution d'un sel cuivrique est réduite par les différents sucres en solutions concentrées. Si la solution du sel est alcaline, la réduction s'opère plus facilement par le glycose et le lactose; si elle est neutre, le saccharose agit plus facilement. Une solution neutre de sel cuivrique est réduite à toute température; cependant la chaleur facilite l'opération. Le cuivre obtenu dans ces conditions se présente sous la forme de petits cristaux d'une belle couleur rouge. Les solutions alcalines ne sont réduites que par une ébullition prolongée, et elles donnent le cuivre à l'état amorphe.

Sur la fabrication industrielle de l'iodoforme. — L'iodoforme est devenu, par l'usage fréquent qu'en font les médecins, un produit commercial. Jusqu'ici cependant sa préparation laissait beaucoup à désirer au point de vue économique. Elle vient d'entrer dans une voie nouvelle, grâce aux recherches de MM. Suilliot et Raynaud (2).

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. LI, p. 82.
(2) *Ibid.*, t. LI, p. 3.

Ces deux chimistes ont dissous 50 parties d'iodure de potassium, 6 parties d'acétone et 2 parties de soude caustique dans un ou deux litres d'eau; puis ils ont ajouté peu à peu de l'hypochlorite de soude en solution étendue. Ils ont vu alors l'iodoforme se précipiter immédiatement; le rendement était presque théorique. Le liquide qui surnage ne renferme ni chloroforme ni iodate; mais on y trouve de l'acétate alcalin et de l'hydrate. Dans la préparation industrielle, nos auteurs font réagir l'hypochlorite de soude sur les lessives de soude de varech, après en avoir éliminé les sulfites, les sulfures et autres sels. — On sait que l'on désigne sous le nom de varech les cendres de certaines algues marines, qui absorbent l'iodure de sodium en grande quantité, et à l'aide desquelles on parvient à retirer l'iode qui se trouve dans les eaux de la mer.

Sur le bleu de Prusse. — En ajoutant à une solution de sels ferriques, Fe_2Cl_6 par exemple, une solution de ferrocyanure de potassium, connu sous le nom de prussiate jaune, on obtient un précipité bleu, insoluble dans l'eau et dans l'aeide chlorhydrique: c'est le bleu de Prusse. Si l'on précipite un sel ferreux, $FeSO_4$ par exemple, par le ferricyanure de potassium (prussiate rouge), on obtient aussi un précipité bleu, insoluble dans l'acide chlorhydrique, que l'on désigne sous le nom de bleu de Turnbull. Il semble résulter des recherches de MM. Schorlemmer et Reindel que le bleu de Prusse et le bleu de Turnbull ont la même composition.

M. Guignet (1) a trouvé une manière de préparer facilement du bleu de Prusse soluble dans l'eau, ainsi que quelques nouveaux dissolvants du bleu de Prusse ordinaire. Pour préparer le bleu de Prusse soluble, corps dont l'usage est fréquent dans l'anatomie, M. Guignet précipite à chaud du protoxyde de fer par le ferricyanure de potassium en grand excès; puis il fait bouillir le tout pendant deux heures, filtre et lave à l'eau chaude jusqu'à ce que l'eau de lavage soit fortement colorée en bleu; il sèche ensuite le produit à 100°. Pour obtenir le bleu de Prusse soluble à l'état pur, on n'a qu'à dissoudre le bleu de Prusse ordinaire dans une solution d'acide oxalique, d'oxalate ou de tartrate d'ammoniaque; on précipite alors cette solution soit par l'alcool fort, soit par une solution concentrée de sulfate de soude. Le bleu de Prusse ainsi précipité étant soluble dans l'eau, on le lave avec de l'alcool faible, puis on le sèche.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. CVIII, p. 178.

Parmi les nouveaux dissolvants du bleu de Prusse ordinaire, il faut signaler d'abord l'acide molybdique. La solution obtenue est d'un bleu foncé et ne s'altère pas par l'ébullition. L'acide sulfurique et d'autres acides précipitent le bleu de Prusse, et l'eau redissout ce précipité. Quand on fait réagir sur le bleu de Prusse l'acide sulfurique concentré, on obtient une masse blanche et molle, qui ressemble à l'empois d'amidon. En chauffant ce corps, il se décompose avec formation d'acide ferrocyanhydrique, qui reste dissous dans un excès d'acide sulfurique.

L'action de l'iode sur l'hydrure d'arsenic ou d'antimoine. — M. O. Brunner a étudié (1) l'action qu'exerce l'iode quand il est mis en présence de l'hydrogène sulfuré chargé d'hydrure d'arsenic ou d'antimoine. Cette réaction mérite une attention spéciale, parce qu'elle permet de doser l'arsenic et l'antimoine dans un mélange de leurs hydrures avec l'hydrogène sulfuré. Or ce mélange se forme toujours quand on prépare l'hydrogène sulfuré à l'aide de substances qui renferment de l'arsenic ou de l'antimoine. Voici comment opère M. Brunner.

Le mélange d'hydrogène sulfuré et arsénié traverse d'abord une éprouvette remplie de chlorure de calcium, où il est séché complètement ; puis on le fait passer par un tube contenant de l'iode. Le gaz recueilli à la sortie est entièrement dépourvu d'hydrogène arsénié. Pour s'assurer que cette manière de transformer l'hydrure d'arsenic en iodure permet de doser l'arsenic, M. Brunner a fait des essais comparatifs, en dosant une première fois, par le nitrate d'argent, l'arsenic contenu dans une quantité déterminée d'hydrogène sulfuré, et une seconde fois la même quantité d'arsenic par la méthode que nous venons de décrire; les résultats se sont trouvés concordants. Ce que nous avons dit de l'hydrure d'arsenic est applicable à l'hydrure d'antimoine.

H. de Greeff, S. J.

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschalft zu Berlin*, t. XXI, p. 2546.

VERTÉBRÉS.

—

Les Ptérosauriens (1). — Le premier Ptérodactyle fut signalé, en 1784, par Collini, qui le décrivit comme un " animal marin inconnu. „ C'est Cuvier qui, en 1809, lui donna le nom de *Pterodactylus.*

Le caractère le plus remarquable de ce Reptile est la structure de la main. Le doigt externe y est composé de quatre phalanges énormément allongées, qui, comme nous le savons maintenant, servaient à supporter une membrane de la même nature que celle formant l'aile d'une chauve-souris. Le crâne a l'aspect de celui d'un oiseau, mais la structure de celui d'un lézard.

Les principaux travaux sur les Ptérodactyles sont dus à Hermann von Meyer, sir Richard Owen, Prof. H. G. Seeley, Prof. O. C. Marsh, Prof. K. A. Zittel et M. E. T. Newton.

Aujourd'hui. on connaît beaucoup de types de Ptérodactyles, et on a réservé le terme *Pterodactylus* pour l'un d'eux, tandis qu'on a créé le vocable *Ptérosauriens* pour désigner tout le groupe.

Les principaux Ptérosauriens sont : *Pterodactylus, Cycnorhamphus, Ptenodracon, Scaphognathus, Dimorphodon, Rhamphorhynchus, Rhamphocephalus, Dorygnathus, Ornithocheirus, Ornithostoma, Dermodactylus, Pteranodon, Nyctodactylus, Ornithopterus.* Nous allons rapidement les passer en revue.

1. *Pterodactylus*, Cuvier, 1809. Les trois ouvertures latérales du crâne ne sont que partiellement séparées par un pont osseux. Les mâchoires sont garnies de dents jusqu'à leur extrémité libre. La tête est allongée. Le cou est long. La queue est courte. Les membres postérieurs sont longs. L'ilium est étroit et se projette beaucoup en avant de l'acétabulum; l'ischium s'étend en arrière de l'acétabulum; le pubis est court, arrondi et dépourvu de symphyse osseuse.

Pterodactylus se trouve surtout dans les schistes lithographiques de l'Allemagne. Il varie, en volume, de la taille d'un corbeau à celle d'une oie.

2. *Cycnorhamphus*, Seeley, 1870. Ici, les narines sont petites et tournées vers le haut, placées sur un bec semblable à celui du

(1) E. T. Newton. *Notes on Pterodactyls.* Proc. Geologist's Assoc. 1888, p. 406.

cygne. Dans les trois fosses latérales du crâne, celle du milieu est très grande. Le cou est long. Le métacarpien du cinquième doigt (support de l'aile) est énorme. Il y a quatre segments dans le doigt externe. L'ilium s'élargit en avant. Les pubis se rencontrent sur la ligne médiane.

Cycnorhamphus n'a été recueilli que dans les schistes lithographiques. Sa tête mesure de 6 à 9 pouces selon les individus.

3. *Ptenodracon,* Lydekker, 1880. Crâne court, avec museau non proéminent. Le cou est court.

C'est le plus petit Ptérodactyle connu; il n'est pas plus gros qu'un moineau. On ne le connaît que des schistes lithographiques.

4. *Scaphognathus,* Wagner, 1861. Caractérisé par son crâne massif, qui a les trois ouvertures latérales de taille moyenne, avec séparation osseuse complète. Les dents vont jusqu'à l'extrémité des mâchoires et sont sensiblement égales. Le cou est court; la queue, inconnue.

Scaphognathus est représenté par deux espèces, dont l'une provient des schistes lithographiques de la Bavière, tandis que l'autre a été découverte dans le Lias supérieur des environs de Whitby. L'envergure des ailes varie de trois à quatre pieds.

5. *Dimorphodon*, Owen, 1858. Dents antérieures, grandes; dents postérieures, petites. Ouvertures latérales du crâne, très larges. Queue et membres postérieurs, longs.

Envergure des ailes, environ $1^{m},40$.

Dimorphodon n'est connu que dans le Lias de Lyme Regis.

6. *Rhamphorhynchus,* H. v. Meyer, 1846. Extrémités des mâchoires garnies d'un bec. Fond de la gueule muni de dents. Queue longue et supportant à son extrémité un appendice cutané en forme de feuille. Membres postérieurs courts.

Pubis étroits et réunis sur la ligne médiane. Ischium soudé à l'ilium. Sacrum de trois à cinq vertèbres.

Envergure des ailes de un à quatre pieds.

Gîsement : Schistes lithographiques.

7. *Rhamphocephalus*, Seeley, 1880. Crâne très long en arrière des orbites et très resserré entre celles-ci. Les dents mandibulaires antérieures sont plus grandes que les postérieures. L'omoplate et le coracoïde sont ankylosés. Le crâne a environ $0^{m},09$ de long.

Ce genre comprend tous les Ptérosauriens des schistes de Stonesfield et un type de la Grande Oolithe de Sarsden.

8. *Dorygnathus,* Wagner, 1861. La partie inférieure de la por-

tion antérieure de la mandibule porte une expansion aliforme. Le crâne avait probablement $0^m,12$.

Ce Ptérosaurien se rencontre dans le Lias supérieur.

9. *Ornithocheirus,* Seeley, 1869. Assez mal caractérisé, à cause du mauvais état des spécimens. Les dents de la mâchoire supérieure étaient prolongées au delà du museau. Le palais a une carène longitudinale, et la mandibule une rainure correspondante.

Ornithocheirus est connu du Portlandien au Crétacé supérieur inclusivement.

Une espèce avait jusqu'à 6 mètres d'envergure.

10. *Ornithostoma,* Seeley, 1871. Type dépourvu de dents et peut-être identique avec le *Pteranodon,* de Marsh.

Gisement : Cambridge Greensand.

11. *Dermodactylus,* Marsh, 1881. Ossements plus massifs que ceux de tous les autres Ptérodactyles.

C'est le seul Ptérosaurien jurassique de l'Amérique.

12. *Pteranodon,* Marsh, 1876. Dents complètement absentes ; une forte crête occipitale ; queue courte ; membres postérieurs longs.

Gisement : Crétacé de l'Amérique.

Formes gigantesques, d'une envergure dépassant 8 mètres. M. Marsh a des restes de plus de 600 individus.

13. *Nyctodactylus,* Marsh, 1881. Se distingue de *Pteranodon* en ce que l'omoplate et le coracoïde sont libres.

Gisement : Crétacé du Kansas.

14. *Ornithopterus,* v. Meyer, 1838. N'aurait que deux segments au lieu de quatre au doigt qui supporte l'aile.

Gisement : Schistes lithographiques.

Rhynchocéphaliens, Chéloniens et Crocodiliens vivants (1). — M. G. A. Boulenger vient de publier le catalogue des Chéloniens, Rhynchocéphaliens et Crocodiliens vivants du British Museum. Cet ouvrage constitue le tableau le plus complet des animaux actuels des groupes prémentionnés. Il rendra les plus grands services, non seulement aux zoologistes, mais aux paléontologistes. Nous allons le résumer ci-dessous.

I. Rhynchocéphaliens. Ces Reptiles sont caractérisés par un

(1) G. A. Boulenger. *Catalogue of the Chelonians, Rhynchocephalians, and Crocodiles in the British Museum (Natural History).* New edition. London 1889.

os carré immobile et par deux arcades temporales osseuses. Leurs côtes n'ont qu'une seule tête qui s'articule à la fois avec le centre et avec les neurapophyses des vertèbres. Ils ont un sternum bien développé et un plastron abdominal. Ce dernier se compose de séries successives de trois éléments dont le médian présente un angle à sommet tourné vers la tête; il est situé dans le tissu connectif sous-cutané et chevauche un peu sur le sternum. Les dents des Rhynchocéphaliens ne sont pas implantées dans des alvéoles. L'anus a la forme d'une fente transversale. Les organes génitaux ne sont pas accompagnés d'organes copulateurs.

Les soi-disant Lézards groupés dans l'ordre des Rhynchocéphaliens, dit M. G. A. Boulenger, doivent être regardés comme les plus primitifs de tous les Reptiles vivants, et peut-être même de tous les Reptiles connus. A beaucoup d'égards, ils se rapprochent des Batraciens stégocéphales. Il est possible que l'ancêtre commun des tortues, des plésiosaures et des vrais lézards soit un membre de l'ordre en question. En tout cas, les affinités des Rhynchocéphaliens avec les Chéloniens sont au moins aussi grandes qu'avec les Lacertiliens.

Il n'y a plus aujourd'hui qu'une seule espèce de Rhynchocéphalien, le *Sphenodon punctatus* de la Nouvelle-Zélande, qui est étroitement allié à *Palæohatteria* (du Permien), à *Rhynchosaurus* et *Hyperodapedon* (du Trias), et à *Champsosaurus* (de l'Éocène).

Sphenodon punctatus est incontestablement le plus ancien type de Reptile actuel.

Les Rhynchocéphaliens vivants ne comprennent qu'une seule famille : les *Hatteriidæ*. Elle est caractérisée comme suit. Les vertèbres des animaux qui en font partie sont biconcaves; il y a des intercentres entre les vertèbres dorsales; les côtes ont des apophyses uncinées. Il y a une interclavicule et des clavicules. Les membres sont adaptés pour la progression terrestre. Les doigts n'ont pas plus de cinq phalanges. L'humérus est percé de deux canaux. Les prémaxillaires sont distincts, en forme de bec, garnis de dents et forment cloison séparant la narine droite de la narine gauche. Les pariétaux sont distincts l'un de l'autre. Il y a un trou pariétal. Les vomers sont pairs et en contact avec les ptérygoïdiens. La columelle (du crâne) est bien développée. La dentition est acrodonte.

Les *Hatteriidæ*, à leur tour, ne renferment qu'un seul genre : *Sphenodon*, Gray, 1831 (= *Hatteria*, Gray, 1848 = *Rhynchocephalus*, Owen, 1847). Le genre *Sphenodon* n'a qu'une seule ran-

gée de dents sur le bord externe du palatin, rangée parallèle aux dents du susmaxillaire et séparée d'elles par une gouttière dans laquelle vient se loger la mandibule, quand la bouche est fermée. Il a, parfois, une ou deux dents sur le vomer. Le corps de *Sphenodon* est légèrement comprimé; la queue est longue et fortement comprimée aussi bilatéralement. Les membres sont bien développés. Les doigts sont courts, tous munis de griffes et palmés à la base. Pas d'ouverture auriculaire. Les yeux sont grands, avec pupille verticale. Les écailles de la partie supérieure du corps sont petites, granuleuses et entremêlées de petits tubercules. Il y a une crête nucale, une dorsale et une caudale. Les écailles du ventre sont quadrangulaires et arrangées en séries transversales. Au toucher, elles laissent absolument la même impression que les téguments des tortues et non point que ceux des vrais lézards.

Le genre *Sphenodon* est, au moins à présent, confiné à la Nouvelle-Zélande.

Il n'a qu'une seule espèce, le *Sphenodon punctatus,* de couleur olive ou noirâtre avec de petits points jaunâtres; les lobes des crêtes nucales et dorsales sont aussi jaunâtres.

Cet animal atteint $0^{m},50$.

Il habite les îlots à l'est de l'île septentrionale de la Nouvelle-Zélande.

II. Chéloniens. Voici la diagnose de ces Reptiles, d'après M. G. A. Boulenger : L'os carré est immobile. Les côtes dorsales n'ont qu'une seule tête, et les antérieures sont fixées intervertébralement. Le corps de l'animal est enveloppé dans une boîte osseuse. Outre les clavicules, il y a un plastron formé d'un petit nombre d'éléments. Le sternum manque. Il n'y a pas de dents, et les mâchoires sont couvertes de gaînes cornées. L'ouverture anale est ronde ou longitudinale. L'appareil copulateur existe, mais il est simple.

Les Chéloniens se divisent d'abord en deux groupes : les Athèques et les Thécophores.

Les *Athèques* sont des tortues dont les vertèbres et les côtes sont indépendantes de la carapace. Leur crâne est dépourvu d'apophyses descendantes du pariétal. Ils ne comprennent qu'une seule famille, à l'époque actuelle : les *Sphargidæ,* qui ont des membres en forme de rames et dépourvus d'ongles, des phalanges sans condyles et une carapace constituée par d'innombrables petites plaques osseuses formant une véritable mosaïque. Leur plastron ne renferme que huit éléments; l'ento-

plastron manque. Les *Sphargidæ* n'ont plus aujourd'hui qu'un seul genre : *Dermochelys,* Blainv., 1816 (= *Sphargis,* Merrem 1829, = *Coriudo,* Fleming, 1822 = *Dermatochelys,* Wagler, 1830). Ce genre possède une armure osseuse complète dorsalement et incomplète ventralement, la première avec sept carènes, la seconde avec cinq. Le bec a deux prolongements aigus limités par trois échancrures. Les mâchoires sont simplement tranchantes. La tête est couverte de petits écussons. *Dermochelys* n'a, jusqu'à présent, fourni qu'une seule espèce : *Dermochelys coriacea,* L., qui est caractérisée par des membres antérieurs aussi longs que la carapace chez le jeune, plus courts chez l'adulte; une couleur brun foncé uniforme ou tachetée de jaune; les séries longitudinales de tubercules et les membres sont jaunâtres chez le jeune. Le plus grand spécimen du British Museum a presque 2 mètres de long. *Dermochelys coriacea* est une tortue marine qui vit entre les tropiques et arrive parfois dans les zones tempérées.

Les *Thécophores* sont des tortues dont les vertèbres dorsales et les côtes sont immobiles l'une par rapport à l'autre, vertèbres et côtes qui se sont, d'ailleurs, étalées pour former une carapace. Les pariétaux se prolongent vers le bas en colonnes qui se rendent aux ptérygoïdes dont elles sont séparées par la columelle du crâne.

Les Thécophores se divisent en : *Cryptodira*, *Pleurodira* et *Trionychoidea*

Les *Cryptodira* ont un cou dont la flexion se fait, en une courbe sigmoïde, dans un plan vertical. Leurs vertèbres cervicales n'ont, pour ainsi dire, pas d'apophyses transverses. Le centre de la dernière vertèbre cervicale articule avec le centre de la première vertèbre dorsale. La mandibule est pourvue de cavités articulaires. Le bord externe de la cavité tympanique n'est point complètement osseux. Les ptérygoïdes sont étroits au milieu et se joignent sur la ligne médiane. Le bassin n'est point soudé à la carapace et au plastron. Les doigts n'ont pas plus de trois phalanges. Les épiplastrons sont en contact avec les hyoplastrons. L'entoplastron, quand il existe, est ovale, rhomboïdal ou en forme de T. Il y a une série complète d'os marginaux en relation avec les côtes.

Les *Pleurodira* ont un cou dont la flexion se fait, en une courbe sigmoïde, dans un plan horizontal. Leurs vertèbres cervicales ont de fortes apophyses transverses et n'ont pas d'articulations ginglymoïdes. Le centre de la dernière vertèbre cervicale arti-

cule avec le centre de la première vertèbre dorsale. La mandibule est pourvue d'un condyle articulaire s'adaptant dans une excavation de l'os carré. Le bord externe de la cavité tympanique est complètement osseux. Les ptérygoïdes sont très larges dans toute leur étendue, forment des expansions latérales aliformes, et sont en contact sur la ligne médiane. Le bassin est soudé à la carapace et au plastron. Les doigts n'ont pas plus de trois phalanges. Les épiplastrons sont en contact avec les hyoplastrons. L'entoplastron est oval ou romboïdal. Il y a une série complète d'os marginaux en relation avec les côtes.

Les *Trionychoidea* ont un cou dont la flexion se fait, en une courbe sigmoïde, dans un plan vertical. Les vertèbres cervicales n'ont, pour ainsi dire, pas d'apophyses transverses. L'articulation entre la dernière vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale se fait par les zygapophyses seulement. La mandibule est pourvue de cavités articulaires. Le bord externe de la cavité tympanique n'est point complètement osseux. Les ptérygoïdes ne sont point rétrécis postérieurement et sont séparés l'un de l'autre sur la ligne médiane, le basisphénoïde atteignant les palatins. Le bassin n'est soudé, ni à la carapace, ni au plastron. Le quatrième doigt a quatre phalanges, ou plus. Les épiplastrons sont séparés des hyoplastrons par un entoplastron en forme de V et dont la pointe est dirigée vers la tête. Les os marginaux manquent, ou sont incomplètement représentés, et, en tout cas, ne sont pas en relation avec les côtes.

Les *Cryptodira* se divisent en : *Chelydridæ, Dermatemydidæ, Cinosternidæ, Platysternidæ, Testudinidæ* et *Chelonidæ,* dans le catalogue de M. G. A. Boulenger.

Les *Chelydridæ* ont une plaque nucale munie de longues apophyses costiformes s'étalant sous les marginales. Le plastron se compose de neuf os. La carapace et le plastron sont couverts d'écailles épidermiques. Les vertèbres caudales sont, pour la plupart, opisthocœles. Le cou est complètement rétractile dans l'armure osseuse. La région temporale est incomplètement protégée par une voûte osseuse. Il n'y a pas d'arcade pariéto-squamosale. Les doigts sont modérément allongés. Les phalanges sont pourvues de condyles. Les ongles sont au nombre de quatre ou de cinq.

Les *Chelydridæ* comprennent deux genres : *Chelydra* et *Macroclemmys.*

Chelydra n'a pas d'écussons supramarginaux. Les orbites sont dirigées en dehors et vers le haut. La queue est pourvue de

grands écussons inférieurement. Ce genre, répandu de l'Amérique du Nord à l'Équateur, contient deux espèces. La plus connue *(Chelydra serpentina)* mesure (le plus grand spécimen du British Museum) : Tête et cou, $0^m,25$; carapace, $0^m,35$; queue, $0^m,30$.

Macroclemmys a, de chaque côté, trois ou quatre écussons supramarginaux. Ses orbites sont latérales. Sa queue est garnie de petits écussons inférieurement. Il habite l'Amérique du Nord et ne compte qu'une espèce *(Macroclemmys Temminckii)*, dont le plus grand spécimen du British Museum mesure : Tête et cou, $0^m,36$; carapace, $0^m,58$; queue, $0^m,45$.

Les *Dermatemydidæ* ont aussi une plaque nucale munie d'apophyses costiformes s'étalant sous les marginales. Le plastron se compose également de neuf os. La carapace et le plastron sont couverts d'écailles épidermiques. Les vertèbres caudales sont procœles. Le cou est complètement rétractile dans la carapace. La région temporale n'est point protégée par une voûte osseuse. Il n'y a pas d'arcade pariéto-squamosale. Les doigts sont modérément allongés. Les phalanges sont pourvues de condyles. Les ongles sont au nombre de quatre ou de cinq.

Les *Dermatemydidæ* comprennent trois genres : *Dermatemys*, *Staurotypus* et *Claudius*.

Dermatemys a un grand plastron réuni à la carapace par un large pont. Les écussons plastraux sont au nombre de onze, ou plus. Cette tortue n'est connue que par une seule espèce, qui vit, notamment, dans le Guatémala et le Honduras. Sa carapace mesure $0^m,38$.

Staurotypus a un petit plastron cruciforme, avec sept ou neuf écussons et réuni à la carapace par suture. Ce genre ne compte que deux espèces, qui se rencontrent au Mexique et dans le Guatémala.

Claudius a également un petit plastron cruciforme, avec sept ou neuf écussons, mais ce plastron est réuni à la carapace par des ligaments. *Claudius* ne renferme qu'une espèce dont l'habitat est le Mexique.

Les *Cinosternidæ* sont encore caractérisés par une plaque nucale munie d'apophyses costiformes s'étalant sous les marginales. Les os du plastron sont au nombre de huit, l'entoplastron étant absent. La carapace est couverte d'écussons épidermiques. Les vertèbres caudales sont procœles. Le cou est complètement rétractile dans la carapace. La région temporale n'est point protégée par une voûte osseuse. Il n'y a pas d'arcade pariéto-squa-

mosale. Les doigts sont modérément allongés. Les phalanges sont pourvues de condyles. Les ongles sont au nombre de quatre ou de cinq.

Les *Cinosternidæ* ne comprennent qu'un seul genre : *Cinosternum.*

Cinosternum possède une carapace plus ou moins déprimée. Ses écussons marginaux se composent de 11 paires et d'une pièce impaire, nucale. Le plastron est réuni aux os marginaux par suture : ses lobes antérieur et postérieur sont mobiles. Un écusson gulaire peut être présent ou absent. Les écussons pectoraux ne s'étendent pas sur le pont. Les arcades post-orbitaire et temporale sont modérément développées. Les doigts sont palmés. Tous les doigts proprement dits sont munis d'ongles, mais l'orteil externe en est privé. La queue est courte.

Cinosternum habite l'Amérique au nord de l'Équateur. Il comprend onze espèces.

Les *Platysternidæ* ont une plaque nucale dépourvue d'apophyses costiformes. Leur plastron se compose de neuf os. La plupart des vertèbres sont opisthocœles. Le cou est complètement rétractile dans la carapace. La région temporale n'est point protégée par une voûte osseuse. Il n'y a pas d'arcade pariéto-squamosale. Les doigts sont modérément allongés. Les phalanges sont pourvues de condyles. Les ongles sont au nombre de quatre ou de cinq.

Les *Platysternidæ* ne comprennent qu'un seul genre : *Platysternum.*

Platysternum a un plastron modérément développé réuni à la carapace par des ligaments. Une série d'écussons inframarginaux sépare les écussons plastraux des écussons marginaux. La tête est très grosse et couverte, au-dessus, par un écusson corné indivis. Les mâchoires sont très fortes, à crochet, sans crêtes alvéolaires additionnelles. Les doigts sont faiblement palmés et sont pourvus, sauf l'orteil externe, d'ongles. La queue est longue, presque cylindrique, comprimée pourtant à l'extrémité et entourée d'écussons quadrangulaires formant des anneaux.

Platysternum habite la Chine méridionale, Siam, la Birmanie. Il ne renferme qu'une espèce.

Les *Testudinidæ* ont une plaque nucale dépourvue d'apophyses costiformes. Leur plastron se compose de neuf os. La carapace est revêtue d'écussons épidermiques. Les vertèbres caudales sont procœles. Le cou est complètement rétractile dans

la carapace. L'arcade temporale est ordinairement présente. Il n'y a pas d'arcade pariéto-squamosale. Les doigts sont courts ou modérément allongés. Les phalanges sont pourvues de condyles. Les ongles sont au nombre de quatre ou de cinq.

Les *Testudinidæ* comprennent vingt genres, que nous énumérons ci-dessous, d'après M. G. A. Boulenger : *Kachuga, Callagur, Batagur, Hardella, Morenia, Chrysemys, Ocadia, Malacoclemmys, Damonia, Bellia, Clemmys, Emys, Cistudo, Nicoria, Cyclemys, Geomyda, Cinixys, Pyxis, Homopus* et *Testudo.*

Les *Chelonidæ* ont une plaque nucale sans apophyses costiformes. Leurs os plastraux sont au nombre de neuf. Leur armure osseuse est couverte d'écussons épidermiques. Les vertèbres caudales sont procœles. Le cou est imparfaitement rétractile. Les vertèbres cervicales sont courtes et ordinairement articulées par amphiarthrose. La région temporale est complètement protégée par une voûte osseuse. Les pariétaux sont en contact avec les squamosaux. Les membres ont la forme de rames. Les phalanges sont dépourvues de condyles. Il n'y a qu'un ongle ou deux.

Ce sont les tortues thécophores marines. Elles comprennent deux genres :

Chelone et *Thalassochelys.*

Chelone a une carapace avec fontanelles persistantes entre les plaques costales et les plaques marginales. Il y a quatre paires d'écussons costaux. Il existe aussi un écusson intergulaire et une série d'écussons plastraux inframarginaux.

Chelone ne renferme que deux espèces : *Chelone mydas* et *Chelone imbricata.*

Thalassochelys a une carapace complètement ossifiée chez l'adulte. Ses écussons costaux forment cinq paires au plus. Il y a une série d'écussons plastraux inframarginaux.

Thalassochelys contient deux espèces : *Thalassochelys caretta* et *Thalassochelys Kempii.*

Les *Pleurodira* se divisent en : *Pelomedusidæ, Chelydidæ* et *Carettochelydidæ.*

Les *Pelomedusidæ* ont onze os plastraux, à cause de la présence des mésoplastrons. L'armure osseuse est ornée d'écussons épidermiques. Le cou est complètement rétractile dans la carapace. La seconde vertèbre cervicale est biconvexe. Il y a une arcade temporale osseuse. L'arcade pariéto-squamosale manque. Les os palatins se joignent sur la ligne médiane. Il n'y a pas d'os nasaux. Les préfrontaux sont en contact sur la ligne médiane.

L'élément dentaire de la mandibule est simple. Les doigts sont modérément allongés. Il y a quatre ou cinq ongles.

Les *Pelomedusidæ* comprennent trois genres : *Sternothærus, Pelomedusa* et *Podocnemis.*

Sternothærus n'a pas de voûte temporale osseuse. Ses mésoplastrons traversent complètement le plastron. Le lobe antérieur de ce dernier est mobile chez l'adulte. Les deux paires de membres sont terminées par cinq ongles.

Sternothærus contient six espèces, qui habitent l'Afrique tropicale et méridionale, ainsi que Madagascar.

Pelomedusa n'a pas non plus de voûte temporale osseuse, mais ses mésoplastrons sont petits et latéraux. Les deux paires de membres ont encore cinq ongles.

Pelomedusa n'est représenté que par une espèce *(Pelomedusa galeata)* qui vit sur le continent africain et à Madagascar.

Podocnemis a une voûte temporale osseuse, le quadrato-jugal étant en connexion par suture avec le pariétal. Les mésoplastrons sont petits et latéraux.

Podocnemis a sept espèces répandues dans l'Amérique méridionale et à Madagascar.

Les *Chelydidæ* ont un plastron composé de neuf os. Leur armure osseuse est couverte d'écussons épidermiques. Leur cou, replié sous le bord de la carapace, est toujours visible. La cinquième et la huitième vertèbre cervicale sont biconvexes. Il n'y a pas de voûte temporale osseuse, mais il existe usuellement une arcade pariéto-squamosale. Les palatins sont séparés par le vomer. Les os nasaux sont, d'ordinaire, présents; les préfrontaux sont séparés l'un de l'autre. Les éléments dentaires de la mandibule sont généralement distincts. Les doigts sont modérément allongés. Les ongles, au nombre de quatre ou de cinq.

Les *Chelydidæ* comprennent cinq genres. Les trois premiers *(Chelys, Hydromedusa* et *Chelodina)* ont le cou plus long que le tronc; leurs mâchoires sont faibles. Les cinq autres *(Rhinemys, Hydraspis, Platemys, Emydura* et *Elseya)* ont, au contraire, le cou plus court que le tronc.

Chelys se distingue par un appendice nasal en forme de trompe, des membres antérieurs pourvus de cinq ongles, des membres postérieurs n'en ayant que quatre, une large arcade pariéto-squamosale et la présence de plaques neurales.

Chelys n'a qu'une seule espèce qui vit dans la région nord-orientale de l'Amérique méridionale.

Hydromedusa n'a que quatre ongles devant et derrière. Son

écusson nucal est situé en arrière des écussons marginaux, simulant un sixième écusson vertébral. Il y a une arcade pariéto-squamosale, mais elle est grêle. Les plaques neurales existent.

Hydromedusa a deux espèces, qui vivent dans l'Amérique méridionale.

Chelodina, aussi, n'a que quatre ongles devant et derrière. Son écusson intergulaire est en arrière des écussons gulaires. Il n'y a pas d'arcade pariéto-squamosale. Il n'y a pas, non plus, de plaques neurales.

Chelodina a quatre espèces qui habitent l'Australie et la Nouvelle-Guinée.

Les *Chelydidæ* à cou court se divisent en deux groupes : ceux qui ont une courte symphyse mandibulaire et le premier écusson vertébral plus grand que le second *(Rhinemys, Hydraspis, Platemys)*; et ceux qui ont une symphyse mandibulaire au moins aussi longue que l'orbite, et le premier écusson vertébral pas plus grand que le second *(Emydura, Elseya)*.

Rhinemys se fait remarquer par la présence de plaques neurales. Il y a une crête sagittale. L'arcade pariéto-squamosale est très grêle.

Rhinemys n'a qu'une seule espèce qui se rencontre dans l'Amérique méridionale.

Hydraspis se distingue par la présence de plaques neurales, par l'absence de crête sagittale et par une forte arcade pariéto-squamosale.

Hydraspis a sept espèces recueillies dans l'Amérique méridionale.

Platemys n'a pas de plaques neurales. A cause de l'absence complète de crête sagittale, les pariétaux s'étalent supérieurement en une table très accentuée.

Platemys n'a que deux espèces, qui habitent l'Amérique méridionale.

Dans les *Chelydidæ* à longue symphyse, *Emydura* est caractérisé par la surface alvéolaire de la mâchoire supérieure dépourvue de crête médiane. Au contraire, *Elseya* possède ladite crête. *Emydura* vit en Australie et à la Nouvelle-Guinée; il a sept espèces. *Elseya* est propre à l'Australie seulement et n'a qu'une espèce.

Les *Carettochelydidæ* n'ont pas d'écussons épidermiques. Leur plastron est composé de neuf os. Les membres ont la forme de rames. Les doigts sont très allongés, et les deux internes seulement sont munis d'ongles. Le cou n'est pas rétractile.

Les *Carettochelydidæ* ne renferment qu'un seul genre caractérisé par la présence de six plaques neurales, toutes séparées les unes des autres par les plaques costales intercalées. *Carettochelys* n'a qu'une espèce qui habite la Nouvelle-Guinée.

Les *Trionychoidea* ne comprennent qu'une seule famille : les *Trionychidæ,* dont la carapace et le plastron sont privés d'écussons épidermiques. Les mâchoires sont cachées sous des lèvres charnues. Le museau se termine par une trompe. La tête et le cou sont complètement rétractiles. L'oreille est cachée. Les trois doigts internes ont seuls des ongles.

Les *Trionychidæ* sont divisés en six genres répartis en deux groupes de trois.

Le premier groupe *(Trionyx, Pelochelys, Chitra)* a un plastron sans valves cutanées. L'hyoplastron est distinct de l'hypoplastron. Les extrémités externes de la plaque nucale surplombent la seconde côte dorsale. Le bord postérieur des ptérygoïdes est libre sans prolongement médian. Les parois du labyrinthe sont complètement exposées en arrière.

Dans ce groupe, *Trionyx* se distingue par des orbites situées plus près de la fosse temporale que des narines. La limite osseuse des choanes est placée entre les orbites.

Trionyx a quinze espèces, réparties en Afrique, en Asie et dans l'Amérique du Nord.

Pelochelys a les orbites plus près des narines que des fosses temporales. La limite osseuse des choanes est placée entre les orbites.

Pelochelys n'a qu'une espèce qui habite le Gange, la Birmanie, la Péninsule malaise, Bornéo et les Philippines.

Chitra a les orbites tout à fait contre les narines. La limite osseuse des choanes est placée en arrière des orbites.

Chitra n'a qu'une espèce, qui vit aux Indes orientales.

Le second groupe *(Cycloderma, Emyda, Cyclanorbis)* des *Trionychidæ* a une valve fémorale cutanée au plastron, sous laquelle le membre postérieur peut être caché. L'hyoplastron est confluent avec l'hypoplastron. Les extrémités externes de la plaque nucale s'étalent sous la première plaque costale Le bord postérieur des ptérygoïdes est muni d'une apophyse médiane montante formant suture avec l'opisthotique, en arrière du labyrinthe.

Dans ce groupe, *Cycloderma* a des plaques neurales formant une série complète et pas d'os pseudomarginaux.

Cycloderma a deux espèces qui habitent l'Afrique tropicale.

Emyda a encore des plaques neurales formant une série complète, mais il a, en même temps, des os pseudomarginaux.

Emyda a trois espèces qui vivent aux Indes orientales.

Cyclanorbis a une série incomplète, interrompue de plaques neurales et pas d'os pseudomarginaux.

Cyclanorbis a deux espèces qui se rencontrent en Afrique tropicale.

Tel est, en abrégé, le tableau des tortues de l'époque actuelle, que nous devons à M. G. A. Boulenger. La classification de ce naturaliste, que nous avons exposée, est basée sur l'examen des 1665 spécimens du British Museum, sans parler des collections étrangères consultées. Il ne s'agit donc pas ici d'un travail hâtif, mais d'une œuvre basée sur une expérience consommée.

III. Crocodiliens. Les Crocodiliens sont des Reptiles dont l'os carré est immobile. Ils ont deux arcades temporales osseuses. Leurs côtes cervicales et leurs côtes dorsales sont, pour la plupart, à double tête. Il y a un sternum d'une interclavicule. Il y a aussi un plastron abdominal. Les dents sont implantées dans des alvéoles. Le ventricule du cœur est divisé par une cloison complète. Les cavités pectorale et abdominale sont séparées par un diaphragme musculeux. L'ouverture anale est longitudinale. Il existe un organe copulateur, qui est simple.

Selon M. G. A. Boulenger, les Crocodiliens, qui, d'après la loi de priorité, devraient s'appeler Emydosauriens, ne renfermeraient qu'une famille : les *Crocodilidæ*.

Les *Crocodilidæ* ont les narines externes antérieures ; les choanes, loin en arrière, entre les ptérygoïdes, qui, comme les palatins et les susmaxillaires, se rejoignent sur la ligne médiane. L'orbite communique avec la fosse latéro-temporale. Les vertèbres sont procœles. Les côtes sont pourvues d'apophyses uncinées. Il n'y a pas de clavicules. Le pubis est exclu de l'acétabulum. La main a cinq doigts bien développés. Le pied n'a que quatre orteils fonctionnels. Il existe une armure dorsale de plaques osseuses. Les oreilles sont pourvues d'opercules mobiles. La pupille est verticale.

Les *Crocodilidæ* renferment six genres, répartis en deux groupes.

Le premier groupe *(Gavialis, Tomistoma)* a les os nasaux largement séparés des narines. L'élément splénial entre dans la symphyse mandibulaire, qui s'étend, au moins, jusqu'à la quinzième dent.

Dans ce groupe, *Gavialis* a de 27 à 29 dents à la mâchoire

supérieure, et de 25 à 26 dents à la mâchoire inférieure. Aucune des dents mandibulaire n'est reçue, en haut, dans une cavité. Les os nasaux sont largement séparés des prémaxillaires.

Gavialis n'a qu'une seule espèce, qui atteint 5 mètres. Elle habite l'Inde septentrionale, Bombay et l'Aracan.

Tomistoma a de 20 à 21 dents à la mâchoire supérieure, et de 18 à 19 à la mâchoire inférieure. Les os du nez sont en contact avec les prémaxillaires.

Tomistoma n'a qu'une seule espèce qui vit à Bornéo.

Le second groupe a les os du nez qui entrent dans la limite des narines. L'élément splénial ne fait pas partie de la symphyse mandibulaire, qui ne s'étend pas au delà de la dix-huitième dent.

Ce second groupe en comprend deux autres : l'un *(Crocodilus, Osteolæmus)*, qui a, ordinairement, la quatrième dent mandibulaire logée dans une échancrure de la mâchoire supérieure, lorsque la gueule est fermée, et où il existe 16 à 19 dents en haut, avec 14 à 15 dents en bas ; l'autre *(Alligator, Caiman)*, qui a la quatrième dent mandibulaire logée dans une fosse de la mâchoire supérieure, et où il y a 17 à 20 dents en haut, avec 17 à 22 dents en bas.

Dans le premier sous-groupe, *Crocodilus* n'a pas de cloison nasale osseuse.

Crocodilus a onze espèces, qu'on rencontre en Afrique, dans l'Asie méridionale, en Australie septentrionale et dans l'Amérique tropicale.

Osteolæmus a une cloison nasale osseuse. Il n'a qu'une espèce qui habite l'Afrique occidentale.

Dans le second sous-groupe, *Alligator* a une cloison nasale osseuse, des plaques osseuses dorsales n'articulant point ensemble, et des plaques osseuses ventrales très minces, ou même absentes.

Alligator a trois espèces qui habitent l'Amérique du Nord et la Chine.

Caiman n'a pas de cloison nasale osseuse. Ses plaques osseuses, dorsales et ventrales, sont imbriquées.

Caiman a cinq espèces qui habitent l'Amérique australe et l'Amérique méridionale.

Brontops robustus (1). — Les plus grands mammifères du

(1) O. C. Marsh. *Restoration of Brontops robustus, from the Miocene of America.* American Journal of Science (Silliman). 1889.

Miocene américain étaient les gigantesques *Brontotheridæ,* qui vivaient en grand nombre sur les flancs orientaux des montagnes Rocheuses et furent ensevelis dans les lacs d'eau douce de cette région. Ils étaient de plus forte taille que les *Dinocerata* de l'Eocène et atteignaient presque le volume de l'éléphant actuel. Les *Brontotheridæ* constituent une famille spéciale d'Ongulés périssodactyles et étaient plus voisins du Rhinocéros que d'aucune autre forme vivante.

Les dépôts dans lesquels on rencontre leurs restes ont été appelés, par le professeur O. C. Marsh, *Brontotherium beds,* ou couches à *Brontotherium.* Ils forment un horizon bien délimité à la base du Miocène. Cette formation a une épaisseur de plusieurs centaines de pieds et peut être subdivisée en diverses assises dont chacune contient un genre ou une espèce particulière de *Brontotheridæ.*

M. Marsh a exploré en détail ces bassins lacustres miocènes et a recueilli les ossements de plusieurs centaines d'individus de *Brontotheridæ,* qui seront décrits définitivement dans une monographie, maintenant fort avancée, qui paraîtra dans les publications du Service géologique des États-Unis. L'atlas comprendsoixante planches, dont la dernière représente la restauration de *Brontops robustus* à l'échelle de 1/7.

Le squelette représenté dans cette restauration est, de beaucoup, le plus complet de tous les squelettes de *Brontotheridæ* découverts jusqu'à ce jour. Il a été extrait, par M. Marsh, en 1874, dans le Dacotah, quoique certaines pièces ne soient parvenues à New-Haven que l'année dernière. C'est un exemplaire vraiment typique de la famille à laquelle il appartient et, de plus, il montre bien les caractères du genre et de l'espèce qu'il représente.

La partie la plus intéressante de la bête, outre sa grande taille, est le crâne. Il est surmonté, en avant, par deux proéminences massives, destinées à supporter des cornes, proéminences situées principalement sur l'os frontal. Les os nasaux contribuent, cependant, à former leur base en avant, et les susmaxillaires entrent dans la composition de leur face externe. Ces proéminences varient beaucoup en aspect et en volume chez les différents genres et chez les différentes espèces; en particulier, elles sont toujours très petites chez les femelles.

La crête occipitale saillante, les arcades zygomatiques élargies et l'angle en relief de la mandibule sont caractéristiques. Le crâne de *Brontops* ressemble, en général, à celui de *Brontothe-*

rium, mais il s'en distingue aisément par la formule dentaire. La mâchoire supérieure porte, en effet, de chaque côté, deux incisives, une canine, quatre prémolaires et trois molaires; l'inférieure, une incisive, une canine, quatre prémolaires et trois molaires.

La présence de quatre prémolaires dans chaque rameau de la mandibule est un caractère du genre *Brontops.* Ce caractère et l'existence d'une seule incisive inférieure bien développée est propre au *Brontops robustus.*

Le nombre des dents varie dans les différents genres de *Brontotheridæ.* La forme des dents, des molaires particulièrement, est plus semblable à ce qu'on voit dans *Chalicotherium* et dans *Diplacodon* que chez aucun autre animal connu.

Les vertèbres sont assez analogues à celles du rhinocéros actuel. Pour *Brontops*, les apophyses épineuses des vertèbres dorsales sont élevées et massives. Il y a quatre vertèbres sacrées dans ce genre et, dans la seule espèce recueillie jusqu'aujourd'hui, la queue est courte et faible.

Les côtes sont fortes et massives. Les pièces du sternum sont comprimées transversalement.

Les membres antérieurs sont particulièrement robustes. L'humérus a ses tubérosités et ses crêtes très fortement développées. Le cubitus et le radius ont leurs axes presque parallèles. Il y a quatre doigts bien développés, le pouce étant absent.

Le bassin est large et épanoui transversalement, comme chez l'éléphant. Le fémur est long et a un troisième trochanter rudimentaire. Le tibia et le péroné sont remarquablement courts. Le calcanéum est très long. Il n'y a que trois orteils, le premier et le cinquième ayant disparu.

Diplacodon, de l'Éocène supérieur, est un ancêtre immédiat des *Brontotheridæ*, tandis que *Palæosyops* et *Limnohyus*, de l'Éocène moyen, en sont des ancêtres éloignés. Le type européen le plus voisin des *Brontotheridæ* est *Chalicotherium,* du Miocène.

Les *Brontotheridæ* se sont éteints sans laisser de descendance. *Menodus*, *Megacerops, Brontotherium, Symborodon*, *Menops, Titanops, Allops* et *Brontops* sont des *Brontotheridæ.*

Les Artiodactyles (1). Ce sont, à l'époque actuelle, les Cochons, l'Hippopotame et les Ruminants. Mais. durant les périodes géologiques, ils furent encore représentés par bien

(1) E. D. Cope. *The Artiodactyla.* American Naturalist. Décembre 1888.

d'autres formes. M. Cope vient d'en caractériser dix familles ; ce sont :

Les *Pantolestidæ,* qui ne sont connus que par un seul genre *(Pantolestes),* lequel a six espèces dans l'Éocène de l'Amérique du Nord.

Les *Anoplotheriidæ,* qui contiennent : *Anoplotherium, Diplobune, Dacrytherium, Mixtotherium* et *Mixochœrus.*

Les *Dichobunidæ,* qui comprennent : *Dichobune, Spaniotherium* et *Dilotherium.*

Les *Cænotheriidæ* : *Cænotherium* et *Muillactherium.*

Les *Anthracotheriidæ : Chæropotamus, Cebochærus, Anthracotherium* et *Hyopotamus.*

Les *Xiphodontidæ : Rhagatherium, Xiphodontherium, Xiphodon, Protoreodon* et *Cryptomeryx.*

Les *Hippopotamidæ : Hexaprotodon, Hippopotamus, Chæropsis, Hyotherium, Bothrolabis, Chænohyus, Dicotyles, Platygonus* et *Elotherium.*

Les *Suidæ : Listriodon, Hippohyus, Sus, Babirussa* et *Phacochærus.*

Les *Creodontidæ : Creodon, Eucrotaphus, Merycochœrus, Merychyus, Leptauchenia, Cyclopidius, Pithecistes.*

L. Dollo.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, janvier, février et mars 1889.

N° 1. **Mascart** propose de modifier le principe d'Huygens en optique physique comme il suit : On peut remplacer l'action d'une onde, entière ou partielle, par celles d'une série de sources *fictives* en chacun de ses points, qui sont concordantes de proche en proche, mais sous la réserve que la résultante des mouvements élémentaires émis par l'onde entière reproduira la vibration réelle sur l'onde elle-même ou sur un point voisin. Il applique le principe ainsi modifié à la théorie de l'arc-en-ciel. **F. Folie** : Le procédé le plus propre à manifester la nutation diurne et à en déterminer les constantes consiste à observer, à six heures environ d'intervalle, deux étoiles distantes du pôle de trois minutes seulement à peu près. Un petit nombre d'observations de ce genre suffit pour rendre manifeste l'existence de la nutation diurne. **C. Viollette** et **F. Desprez** : On peut obtenir des races de betteraves hâtives, riches, propres à la fabrication actuelle du sucre, bien que moins productives que les races tardives.

N° 2. **Hueppe** croit avoir signalé avant Gamaleïa et Lœwenthal divers moyens de changer la virulence des bacilles du choléra. (**Lœwenthal**, n° 4 : oui, mais sans démonstration expérimentale.) **J. Chalande** a trouvé que la *Scolopendrella*

immaculata possède un appareil glandulaire destiné à sécréter un liquide susceptible de se durcir à l'air et de former des fils assez semblables à ceux que filent les Araignées.

N° 3. **Berthelot** vient d'achever, avec Ch. Em. Ruelle, la publication de la *Collection des Alchimistes grecs,* comprenant environ 1300 pages in-4° avec variantes, figures, notes et commentaire perpétuel. Ce sont les preuves à l'appui des découvertes exposées par lui dans son ouvrage sur les *Origines de l'Alchimie,* touchant les connaissances pratiques et les connaissances philosophiques des Alchimistes. **La méridienne** nouvelle de France, terminée après dix-huit ans de travaux en 1888, sous la direction de **Perrier**, se raccorde, avec une approximation qui surpasse le trois cent millième, aux réseaux belges, anglais, italiens et espagnols, et peut servir de base à la triangulation française et être utilisée dans les recherches relatives à la forme de la Terre ; il n'en est plus de même de la méridienne de Delambre et Méchain, si parfaite pourtant pour l'époque où elle fut mesurée. **A. de Lapparent** : Le phénomène solfatarien, considéré comme le dégagement relativement tranquille et continu de vapeurs chimiquement actives, en mélange avec la vapeur d'eau, paraît étroitement localisé dans les districts où l'activité volcanique, antérieurement à la formation des solfatares, s'était surtout traduite par des éruptions de roches acides ou riches en silice. Peut-être ces roches acides, si réfractaires à la fusion ignée et à la cristallisation, ont pu venir au jour, grâce à l'abondance des éléments volatils qui les accompagnaient et qui s'en séparent sous forme de solfatares.

N° 4. **Berthelot** explique certaines réactions singulières de l'eau oxygénée sur l'acide chromique, par les propriétés exothermiques du premier de ces corps, par la formation d'un composé intermédiaire, et par le caractère illimité de la décomposition qui se produit. Ces trois conditions caractérisent la mécanique chimique des actions de présence. **G. Arthaud** et **L. Butte.** Il est possible, par irritation centrifuge du nerf vague, de reproduire, chez les animaux, les diverses variétés du diabète clinique. **M. Boule** : Des prédécesseurs de nos Canidés (Renard, Chacal, Loup, Chien) vivaient aux époques du pliocène moyen et du pliocène supérieur. On ne peut donc soutenir que les Chiens domestiques ne sont que des modifications artificielles des Loups et des Chacals des temps actuels ou quaternaires.

N° 5. **J. J. Landerer** : Entre des limites assez étendues, l'équation personnelle tient à un effet de diplopie aisément mesu-

rable. **Obrecht**, en discutant les épreuves daguerriennes de la commission française du passage de Vénus en 1874, a trouvé pour la parallaxe solaire 8,80 secondes, avec une erreur probable de six centièmes de secondes, en plus ou en moins.

N° 6. **Brown-Séquard** et d'**Arsonval** exposent de nouvelles recherches démontrant que la toxicité de l'air expiré ne dépend pas de l'acide carbonique. **J. E. Abelous** : On trouve dans l'estomac, à l'état normal, des microbes assez nombreux, dont plusieurs peuvent vivre sans air et résistent à l'action d'un liquide assez fortement acide. Il est très probable qu'ils jouent un rôle important dans la digestion intestinale.

N° 7. **Von Dechen**, l'éminent géologue allemand, est mort le 15 février 1889, à Bonn, à l'âge de 89 ans. On lui doit une description géologique et une carte de la Prusse rhénane et de la Westphalie au 80 000e, et d'autres travaux très nombreux, surtout sur la géologie de l'Allemagne, de la France et de l'Angleterre. **F. Fouqué** a retrouvé la composition et le mode de fabrication du bleu égyptien ou vestorien des anciens; c'est un silicate double de cuivre et de chaux ayant pour formule $CaOCuO4SiO_2$. **A. de Lapparent** : L'état d'oxydation variable des roches éruptives ne s'explique guère qu'en admettant la fluidité primitive du globe.

N° 8. **Chauveau** : Des microbes *(Bacillus anthracis)* ci-devant pathogènes, n'ayant conservé, en apparence, que la propriété de végéter en dehors des milieux vivants, peuvent récupérer leurs propriétés infectieuses primitives. **Berthelot** est nommé secrétaire perpétuel pour les sciences physiques, en remplacement de **Pasteur**, démissionnaire et nommé secrétaire perpétuel honoraire. **Poincaré** a obtenu le prix fondé par le Roi de Suède et de Norwège ; **Appell**, la seconde récompense. Le Mémoire couronné du premier a pour titre : " Sur le problème des trois corps et les équations de la Dynamique " ; celui du second : " Sur les intégrales des fonctions à multiplicateurs et leurs applications au développement des fonctions abéliennes en séries trigonométriques ". **A. Combes** : La densité de la vapeur de l'acétylacétonate d'aluminium conduit à regarder ce métal comme trivalent. **Ed. Piette** a trouvé dans le midi de la France un groupe d'assises contenant des restes de l'industrie humaine et représentant l'époque de transition entre les temps quaternaires et les temps modernes.

N° 9. **Berthelot** vient de publier un ouvrage intitulé : *Introduction à l'étude de la Chimie des Anciens et du moyen âge*, où

il reproduit, avec des additions, l'introduction mise en tête de la *Collection des Alchimistes grecs*. Ces deux livres, avec ses *Origines de l'Alchimie*, forment un ensemble propre à établir le caractère véritable des doctrines philosophiques, des méthodes et des pratiques de la vieille alchimie, jusqu'ici réputée absurde et imaginaire, mais qui entrera désormais dans le cadre de l'histoire positive des sciences. **A. Cornu** reproduit artificiellement les halos et les cercles parhéliques, en regardant une lumière à travers une solution aqueuse d'alun, saturée à froid, précipitée par de l'alcool faible, pour les halos, à travers un verre légèrement enduit de cire vierge, pour les cercles parhéliques.

N° 10. **A. Genocchi**, analyste italien distingué, est mort à Turin, le 7 mars 1889, à l'âge de 71 ans. **Cayley** vient de publier le premier volume de ses Mémoires mathématiques (1841-1851). **Spörer**: De 1672 à 1713, il n'y a eu de taches que dans l'hémisphère sud du Soleil; le nombre de ces taches était excessivement petit, à ce point que l'on peut citer dix années consécutives où les observateurs n'en ont vu qu'une seule. **A. Muntz**: Les eaux du Nil doivent principalement leurs propriétés fertilisantes au limon composé de particules extrêmement ténues, et riche en azote, en phosphore, en chaux et surtout en potasse qu'elles contiennent. **A. Girard** : On peut obtenir normalement, en France, des rendements à l'hectare de 20 000 à 25 000 kil. de pommes de terre riches à 16-17 pour 100 de fécule anhydre. Pour cela, il faut consacrer à cette culture des terres de bonne qualité, les labourer profondément, leur donner une fumure appropriée à leur composition, et y planter enfin de bonne heure, en lignes, à espacement bien régulier, des tubercules de grosseur moyenne pris parmi ceux qu'a fournis, sur la culture entière, la sélection des sujets à grand rendement, sujets que caractérise et désigne la vigueur de leur végétation aérienne.

N° 11. **Berthelot** et **P. Petit** : L'azote, le phosphore, l'arsenic et l'antimoine forment avec l'azote des hydrures gazeux NH_3, PH_3, AsH_3, SbH_3, dont les chaleurs de formation sont respectivement 12,2 calories, 11,6 calories, — 36,7 calories, — 85,5 calories. Les poids atomiques des quatre corps combinés à l'azote sont d'ailleurs 14, 31, 75, 122. Pour les trois derniers corps, les quantités de chaleur mise en jeu vont en décroissant, à mesure que le poids atomique de l'élément uni à l'hydrogène augmente. Les molécules formées par les éléments dont la masse chimique est la plus forte, dans la série de l'azote sont à la fois les moins stables et celles dont l'association a exigé le travail complémen-

taire le plus considérable. Il en est de même dans les deux autres familles naturelles des métalloïdes (chlore, brome, iode; oxygène, soufre, sélénium, tellure). **Poincaré** : Helmholtz a montré, avec une admirable clarté, que les lois des phénomènes réversibles de la thermodynamique découlent des équations ordinaires de la dynamique; mais le principe de l'augmentation de l'entropie ne peut s'expliquer au moyen des hypothèses familières de la mécanique rationnelle d'où l'on a tiré les équations de Lagrange et de Hamilton.

N° 12. **K. Pearson** vient de publier, dans la première partie du tome II de son *Histoire de l'Élasticité*, une analyse étendue (300 pages in-8°) des recherches de Barré de Saint-Venant depuis 1850 jusqu'à sa mort. **A. Girard** : L'accroissement régulier des tubercules de la pomme de terre et leur enrichissement graduel en fécule ne sont troublés que par les variations météorologiques, et c'est à une hydratation passagère que ce trouble aboutit simplement. Tant que les feuilles sont fraîches et vertes, les tubercules croissent rapidement; dès que les feuilles se fanent, l'accroissement se ralentit; à leur mort correspond son arrêt absolu. C'est dans les feuilles qu'il faut très probablement chercher l'origine de la fécule; elle s'y trouve primitivement sous forme de saccharose. Celui-ci se dédouble et devient le générateur, d'un côté, du tissu cellulaire, d'un autre, de la fécule que celui-ci emmagasine.

P. M.

TABLE DES MATIÈRES

DU

VINGT-CINQUIÈME VOLUME

LIVRAISON DU 20 JANVIER 1889

L'HOMME TERTIAIRE, par **M. Adrien Arcelin** 5

LES STATIONS ZOOLOGIQUES DES BORDS DE LA MER, par **M A. Buisseret** 42

LE TRANSFORMISME ET LA DISCUSSION LIBRE, par **Jean d'Estienne** 76

LA TROUVAILLE DE TELL EL-AMARNA, par le **R. P. Delattre, S. J.** 143

ÉTOILES FILANTES ET MÉTÉORITES (fin), par le **R. P. I. Carbonnelle, S. J.** 182

LE CANON DES ÉCLIPSES D'OPPOLZER. Réponse à une critique de M. Flammarion, par **M. le Dr R. Schram** 227

BIBLIOGRAPHIE. — I. Précis de minéralogie, par M. A. de Lapparent. **M. C. de l. V. P.** 239

II. Éléments de trigonométrie plane et sphérique, et Précis de trigonométrie rectiligne, par M. l'abbé E. Gelin. **R. P. Alph. De Ceuster, S. J.** 241

III. Cours d'Analyse de l'École polytechnique, par Ch. Sturm. Neuvième édition, par A. de Saint-Germain. **M. M. d Ocagne** 245

IV. Géologie appliquée à l'art de l'ingénieur, par E. Nivoit. **M. M. d'Ocagne.** 249

V. Le partage politique de l'Afrique d'après les transactions internationales les plus récentes, par Émile Banning. **M. F. Van Ortroy** 256

VI. Résumé du cours d'Analyse infinitésimale de l'université de Gand, par P. Mansion. **M. J. Tannery** 268

VII. Christophe Colomb, Français, Corse et Calvais, par l'abbé J. Peretti. **H** 270

VIII. La divinité de Jésus-Christ vengée des attaques du rationalisme contemporain, par le P. Fr. A. M. Portmans, des Frères prêcheurs. **R. P. Houze, S. J.** 275

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

ANTHROPOLOGIE, par **M. Adrien Arcelin** 281

ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE, par **J. G.** 286

PHYSIQUE, par le **R. P. Delsaulx, S. J.** 295

CHIMIE, par le **R. P. H. de Greeff, S. J.** 310

Géologie, par **M. X. Stainier**. 321
Vertébrés, par **M. L Dollo** 326
Notes. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . . 347

LIVRAISON DU 20 AVRIL 1889

Nécrologie. — Le R. P. Carbonnelle, S. J., par **M. Georges Lemoine**, président de la Société scientifique . . . . . I-VIII
Le problème anthropologique et les théories évolutionnistes, par **M. F. Duilhé de Saint-Projet** 353
Le transformisme et la discussion libre (fin), par **Jean d'Estienne** 373
Un mot sur les classifications préhistoriques, par **M. Hamard** 421
Les stations zoologiques des bords de la mer (fin), par **M. A. Buisseret** 446
Hygiène et agriculture. — Les microbes et la vie, par **M. Alphonse Proost** 471
Bibliographie. — I. Cours de machines, tome premier, second fascicule, Thermodynamique, par M. Haton de la Goupillière. **Ph. G.** 559
II. Calcul des probabilités, par J. Bertrand. **M. M. d'Ocagne** 567
III. Origine du monde d'après la tradition, ouvrage posthume du chanoine Al. Motais, avec Introduction sur la Cosmogonie biblique, par Charles Robert. **Jean d'Estienne**. . . 579
IV. Œuvres complètes d'Augustin Cauchy. Deuxième série, tome VI, Exercices de mathématiques. **Ph. G.** . . . 589
V. Traité d'Analyse, par H. Laurent. Tome IV, Calcul intégral. **M. M. d'Ocagne**. 595
VI. Recueil d'exercices sur la Mécanique rationnelle, par A. de Saint-Germain ; deuxième édition. **M. M. d'Ocagne** . 598
VII. Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1889. **Jean d'Estienne**. 600
Revue des recueils périodiques.
Sciences industrielles, par **M. J.-B. André** 614
Ethnographie et linguistique, par **J. G.** 621
Invertébrés, par **M. A. Buisseret** 635
Géographie, par **M. F. Van Ortroy**. 644
Chimie, par le **R. P. H. de Greeff, S. J.** 659
Vertébrés, par **M. L. Dollo** 664
Notes. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . . 682

Bruxx. Imp. Polleunis, Ceuterick & De Smet.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

TREIZIÈME ANNÉE — DEUXIÈME LIVRAISON

20 AVRIL 1889

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1889

LIVRAISON DU 20 AVRIL 1889.

I. — NÉCROLOGIE. — LE R. P. CARBONNELLE, S. J., par **M. Georges Lemoine,** président de la Société scientifique, pp. I-VIII.

II. — LE PROBLÈME ANTHROPOLOGIQUE ET LES THÉORIES ÉVOLUTIONNISTES, par **M. F. Duilhé de Saint-Projet,** p. 353.

III. — LE TRANSFORMISME ET LA DISCUSSION LIBRE (fin), par **Jean d'Estienne,** p. 373.

IV. — UN MOT SUR LES CLASSIFICATIONS PRÉHISTORIQUES, par **M. Hamard,** p. 421.

V. — LES STATIONS ZOOLOGIQUES DES BORDS DE LA MER (fin), par **M. A. Buisseret,** p. 446.

VI. — LES MICROBES ET LA VIE. — HYGIÈNE ET AGRICULTURE, par **M. Alphonse Proost,** p. 471.

VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Cours de machines, tome premier, second fascicule, Thermodynamique, par M. Haton de la Goupillière. **Ph. G.**, p. 559. — II. Calcul des probabilités, par J. Bertrand. **M. M. d'Ocagne**, p. 567. — III. Origine du monde d'après la tradition, ouvrage posthume du chanoine Al. Motais, avec Introduction sur la Cosmographie biblique, par Charles Robert. **Jean d'Estienne**, p. 579. — IV. Œuvres complètes d'Augustin Cauchy. Deuxième série, tome VI, Exercices de mathématiques. **Ph. G.**, p. 589. — V. Traité d'Analyse, par H. Laurent. Tome IV, Calcul intégral. **M. M. d'Ocagne**, p. 595. — VI. Recueil d'exercices sur la Mécanique rationnelle, par A. de Saint-Germain ; deuxième édition. **M. M. d'Ocagne**, p. 598. — VII. Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1889. **Jean d'Estienne**, p. 600.

VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Sciences industrielles, par **M. J.-B. André**, p. 614. — Ethnographie et linguistique, par **J. G.**, p. 621. — Invertébrés, par **M. A. Buisseret**, p. 635. — Géographie, par **M. F. Van Ortroy**, p. 644. — Chimie, par le **R. P. H. de Greeff, S. J.**, p. 659. — Vertébrés, par **M. L. Dollo**, p. 664.

IX. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.**, p. 682.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les onze premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société scientifique, 14, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

La douzième année est sous presse.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement, payable par anticipation, est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est porté à 25 francs. Celui des années suivantes est de 20 francs.

On s'abonne à Bruxelles, au Secrétariat de la Société, 14, rue des Ursulines.

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement au Secrétaire pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

Imp. Polleunis, Ceuterick & De Smet, rue des Ursulines, 35.

T. P. I. O. K.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

Tome XXV

TREIZIÈME ANNÉE — PREMIÈRE LIVRAISON

20 JANVIER 1889

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1889

LIVRAISON DU 20 JANVIER 1889.

I. — L'HOMME TERTIAIRE, par **M. Adrien Arcelin,** p. 5.

II. — LES STATIONS ZOOLOGIQUES DES BORDS DE LA MER, par **M. A. Buisseret,** p. 42.

III. — LE TRANSFORMISME ET LA DISCUSSION LIBRE, par **Jean d'Estienne,** p. 76.

IV. — LA TROUVAILLE DE TELL EL-AMARNA, par le **R. P. Delattre, S. J.,** p. 143.

V. — ÉTOILES FILANTES ET MÉTÉORITES (fin), par le **R. P. Carbonnelle, S. J.,** p. 182.

VI. — LE CANON DES ÉCLIPSES D'OPPOLZER. Réponse à une critique de M. Flammarion, par **M. le Dr R. Schram,** p. 227.

VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Précis de minéralogie, par M. A. de Lapparent. **M. C. de I. V. P.**, p. 239. — II. Éléments de trigonométrie plane et sphérique, et Précis de trigonométrie rectiligne, par M. l'abbé E. Gelin. **R. P. De Ceuster, S. J.**, p. 241. — III. Cours d'analyse de l'École polytechnique, par Ch. Sturm. Neuvième édition, par A. de Saint-Germain. **M. M. d'Ocagne**, p. 245. — IV. Géologie appliquée à l'art de l'ingénieur, par E. Nivoit. **M. M. d'Ocagne**, p. 249. — V. Le Partage politique de l'Afrique d'après les transactions internationales les plus récentes, par Émile Banning. **M. F. Van Ortroy**, p. 256. — VI. Résumé du cours d'Analyse infinitésimale de l'université de Gand, par P. Mansion. **M. J. Tannery**, p. 268. — VII. Christophe Colomb, Français, Corse et Calvais, par l'abbé J. Peretti. **H.**, p. 270. — VIII. La divinité de Jésus-Christ vengée des attaques du rationalisme contemporain, par le P. Fr. A. M. Portmans, des Frères-Prêcheurs. **R. P Houze, S. J.**, p. 275.

VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Anthropologie, par **M. Adrien Arcelin**, p. 281. — Ethnographie et linguistique, par **J. G.**, p. 286. — Physique, par le **R. P. Delsaulx, S. J.**, p. 295. — Chimie, par **R. P. de Greef. S. J.**, p. 310. — Géologie, par **M. X. Stainier**, p. 321. — Vertébrés, par **M. L. Dollo**, p. 326.

IX. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.**, p. 347.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les onze premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, rix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société scientifique, 4, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé eur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer u prix de 15 francs.

La douzième année est sous presse.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement, payable par anticipation, est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est porté à 25 francs. Celui des années suivantes est de 20 francs.

On s'abonne à Bruxelles, au Secrétariat de la Société, 14, rue des Ursulines.

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement au Secrétaire pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

Imp. Polleunis, Ceuterick & De Smet, rue des Ursulines, 35

Bruxelles

68

AMNH LIBRARY
100226225